Partie D : MODULE TASSELDO

D.1. INTRODUCTION 5
D.2. ASPECTS THEORIQUES 6
D.2.1. Problème posé 6
D.2.2. Contraintes 6
D.2.3. Tassements 7
D.2.3.1. Tassement unidimensionnel 8
D.2.3.2. Tassement tridimensionnel (formule approchée de Steinbrenner) 8
D.2.3.3. Tassement œdométrique 9
D.2.4. Applications et limites 10
D.3. MANUEL D'UTILISATION 11
D.3.1. Onglet "Paramètres" 11
D.3.1.1. Cadre "Paramètres généraux" 11
D.3.1.2. Cadre "Importation" 12
D.3.2. Onglet "Couches" 13
D.3.2.1. Cadre "Type de calcul" 13
D.3.2.2. Cadre "Définition des couches de sols" 13
D.3.2.3. Cadre "Paramètres du calcul oedométrique" 14
D.3.3. Onglet "Charges" 15
D.3.3.1. Cadre "Charges sur le sol" 15
D.3.3.2. Assistant de charges 17
D.3.4. Onglet "Consolidation" 23
D.3.4.1. Cadre "Définition de dates de consolidation" 23
D.3.4.2. Cadre "Taux de consolidation par couche et par date" 23
D.3.5. Onglet "Calcul" 24
D.3.5.1. Cadre "Définition des points de calcul" 24
D.3.5.2. Assistants de points de calcul 26
D.3.5.3. Ajustement en plan moyen 32
D.3.6. Calcul et résultats 32
D.3.6.1. Calcul 32
D.3.6.2. Résultats 32

D.4. EXEMPLES DE CALCUL 41

D.4.1. Exemple 1 41
D.4.1.1. Introduction 41
D.4.1.2. Saisie des données 41
D.4.1.3. Calcul et résultats 47

D.4.2. Exemple 2 54
D.4.2.1. Présentation du problème 54
D.4.2.2. Saisie des données 54
D.4.2.3. Calcul et Résultats 60

TABLE DES FIGURES

Figure D.1 : Charge verticale ponctuelle Q appliquée à la surface du sol 6
Figure D.2 : Charge uniforme q rectangulaire Méthode de superposition 7
Figure D.3 : Application de la formule de Steinbrenner 8
Figure D.4 : Variation de l'indice des vides e en fonction de $\Delta\sigma v$ 9
Figure D.5 : Onglet "Paramètres" 11
Figure D.6 : Assistant d'importation d'un fichier Tasplaq dans le module Tasseldo 12
Figure D.7 : Onglet "Couches" 13
Figure D.8 : Onglet "Charges" 15
Figure D.9 : Visualisation d'une charge particulière 16
Figure D.10 : Figure d'aide pour la définition des charges sur le sol 17
Figure D.11 : Chargements automatiques (assistants) 17
Figure D.12 : "Chargement circulaire uniforme" 18
Figure D.13 : Valeurs calculées : "Chargement circulaire uniforme" 19
Figure D.14 : "Chargement annulaire uniforme" 19
Figure D.15 : Valeurs calculées : "Chargement annulaire uniforme" 20
Figure D.16 : Exemple de chargement de type Talus 3D 21
Figure D.17 : Assistant : "Chargement type talus 3D" 21
Figure D.18 : Valeurs calculées : "Chargement de type talus 3D" 22
Figure D.19 : Onglet "Consolidation" 23
Figure D.20 : Onglet "Calcul" 24
Figure D.21 : Sélection d'un point de calcul – Représentation graphique 25
Figure D.22 : Exemple de représentation graphique en vue de côté 26
Figure D.23 : Points de calcul situés le long d'un segment 26
Figure D.24 : Valeurs calculées : Points de calcul situés le long d'un segment 27
Figure D.25 : Points de calcul situés le long d'un cercle horizontal 28
Figure D.26 : Valeurs calculées : Points de calcul situés le long d'un cercle horizontal 28
Figure D.27 : Points de calcul répartis sur un rectangle horizontal 29
Figure D.28 : Valeurs calculées : Points de calcul répartis sur un rectangle horizontal 29
Figure D.29 : Points de calcul répartis sur un quadrilatère horizontal 30
Figure D.30 : Valeurs calculées : Points de calcul répartis sur un quadrilatère horizontal 30
Figure D.31 : Points de calcul répartis sur un disque horizontal 31
Figure D.32 : Valeurs calculées : Points de calcul situés sur un disque horizontal 31
Figure D.33 : Résultats numériques et graphiques 32
Figure D.34 : Résultats numériques : Résultats formatés – Rappel de données 33
Figure D.35 : Résultats numériques : Résultats formatés – Résultats (impression normale) 34
Figure D.36 : Résultats numériques : Résultats formatés – Résultats (impression détaillée) 35
Figure D.37 : Résultats numériques : Résultats formatés – Résultats (plan ajusté) 35
Figure D.38 : Résultats numériques : Contraintes et tassements 36
Figure D.39 : Résultats numériques : Tassements de consolidation (oedométriques) 37
Figure D.40 : Résultats graphiques : Contraintes et tassements 38
Figure D.41 : Résultats graphiques : Tassement de consolidation oedométrique 39
Figure D.42 : Résultats graphiques : Tassements à Z donnée 40

TABLE DES TABLEAUX

Tableau D.1 : Paramètres des couches de sol 14
Tableau D.2 : Paramètres de calcul oedométrique 14
Tableau D.3 : Paramètres pour la définition des charges 16
Tableau D.4 : Paramètres pour le chargement circulaire uniforme 18
Tableau D.5 : Paramètres pour le chargement annulaire uniforme 20
Tableau D.6 : Paramètres pour le chargement type Talus 3D 22
Tableau D.7 : Paramètres de consolidation 24
Tableau D.8 : Paramètres pour la définition des points de calcul situés le long d'un segment 27
Tableau D.9 : Paramètres pour la définition des points de calcul situés le long d'un cercle horizontal 28
Tableau D.10 : Paramètres pour la définition des points de calcul répartis sur un rectangle horizontal 29
Tableau D.11 : Paramètres pour la définition des points de calcul répartis sur un quadrilatère horizontal 30
Tableau D.12 : Paramètres pour la définition des points de calcul répartis sur un disque horizontal 31
Tableau D.13 : Détail des résultats numériques (contraintes et tassements) 36
Tableau D.14 : Détail des résultats numériques : Tassements de consolidation (oedométriques) 37

D.1. Introduction

Le module Tasseldo est un programme de calcul (basé sur des formules analytiques), de la **variation de la contrainte verticale et du tassement vertical dans un massif élastique,** homogène et isotrope, soumis à des charges rectangulaires uniformes, à la surface du sol.

Il permet de prendre en compte un sol multicouche horizontal, avec un comportement élastique et/ou oedométrique. Dans le cas d'un calcul oedométrique, il permet également la prise en compte des degrés de consolidation.

De multiples assistants sont disponibles pour la génération automatique d'un maillage de chargement et de points de calcul, ou l'importation de résultats du module Tasplaq (pressions d'interaction et points de calcul).

Enfin, il est possible d'ajuster un plan moyen de tassements par la méthode des moindres carrés.

D.2. Aspects théoriques

D.2.1. Problème posé

Soit un milieu élastique, homogène et isotrope, soumis à sa surface à un chargement appliqué sous forme de pression répartie (uniforme).

On cherche en tout point M(x,y,z) à connaître :

- la variation de la contrainte $\Delta\sigma_{zz}$ induite par le chargement Q à la surface,
- le tassement (unidimensionnel, tridimensionnel ou œdométrique).

D.2.2. Contraintes

Formule de Boussinesq : charge ponctuelle (Figure D.1)

Soit une charge verticale Q appliquée à la surface d'un massif semi-infini, homogène et isotrope (Figure D.1). La variation de la contrainte verticale en tout point N du massif a été donnée par Boussinesq :

$$\Delta\sigma_{zz} = \frac{3.Q}{2.\pi.z^2}.\left(\frac{1}{1+\left(\frac{r}{z}\right)^2}\right)^{\frac{5}{2}} \qquad (1)$$

Où :
z : la profondeur du point N,
r : la distance horizontale de N à la ligne d'action de Q.

Cette solution (établie pour un massif homogène) est indépendante des caractéristiques mécaniques (E et ν) du sol.

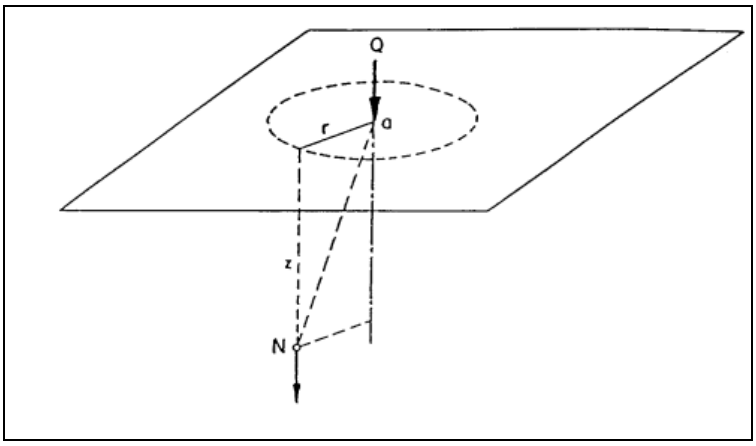


Figure D.1 : Charge verticale ponctuelle Q appliquée à la surface du sol

Charge répartie (Figure D.2)

La solution $\Delta\sigma_{zz}$, due à une charge uniforme de densité q répartie sur une surface, est obtenue en intégrant la formule (1) sur la surface considérée. Dans le cas où la surface du chargement est un rectangle (l x b), où l est la longueur et b la largeur, la solution analytique en tout point appartenant à l'axe D passant par l'un des quatre coins du rectangle s'écrit (Figure D.2) :

$$\sigma_{zz} = q.k_o \qquad (2)$$

$$k_0 = \left[\frac{1}{2\pi}\right].\left[atg\left(\frac{l.b}{z.R_3}\right) + \frac{l.b.z}{R_3}.\left(\frac{1}{R_1^2} + \frac{1}{R_2^2}\right)\right] \qquad (3)$$

avec $R_1 = \sqrt{(l^2 + z^2)}$; $R_2 = \sqrt{(b^2 + z^2)}$; $R_3 = \sqrt{(l^2 + b^2 + z^2)}$

La contrainte verticale sous une charge rectangulaire est également indépendante des caractéristiques E et ν (massif homogène).

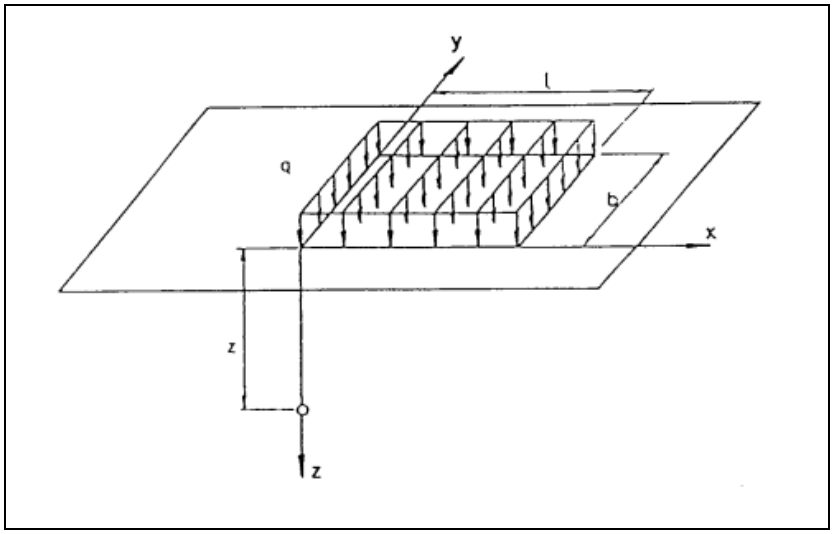


Figure D.2 : Charge uniforme q rectangulaire Méthode de superposition

Le massif étant isotrope, homogène et élastique linéaire, on utilise la méthode de superposition pour calculer la variation de la contrainte $\Delta\sigma_{zz}$ et le tassement en tout point, pour tout chargement admissible. La solution est connue, par la formule (2), sous l'un des quatre coins du rectangle; on peut donc décomposer le problème d'une façon adaptée à la solution.

La solution s'écrit: $\sigma_{zz} = \sum_{i=1}^{n} \sigma_{zz}^{i}$ et $\varepsilon_{zz} = \sum_{i=1}^{n} \varepsilon_{zz}^{i}$

n étant le nombre de problèmes à superposer.

D.2.3. Tassements

Les déformations verticales en un point M sont déduites de $\Delta\sigma_{zz}$, calculée par la formule (2), dans le cas du calcul de tassement unidimensionnel et œdométrique. Dans le cas de la déformation tridimensionnelle (formule de Steinbrenner), le tassement d'une couche donnée est calculé directement à partir de la géométrie du chargement en surface.

D.2.3.1. Tassement unidimensionnel

On fait l'hypothèse suivante : les déformations suivant x et y sont nulles (conditions œdométriques), seule la déformation ε_{zz} est non nulle. Le comportement du sol est supposé élastique; ε_{zz} est déduit de σ_{zz} par la loi :

$$\varepsilon_{zz} = \frac{\sigma_{zz}}{E_{oed}}; \qquad E_{oed} = E.\left(\frac{(1-\nu)}{(1+\nu).(1-2\nu)}\right) \qquad (4)$$

Avec :

Eœd : Module œdométrique,
E : Module de Young,
ν : Coefficient de Poisson.

La contrainte intervenant dans les calculs est la valeur moyenne de la contrainte verticale dans la couche considérée. Le tassement unidimensionnel ΔH vaut alors :

$$\Delta H = \frac{\Delta\sigma_{zz}}{E_{oed}}.H$$

D.2.3.2. Tassement tridimensionnel (formule approchée de Steinbrenner)

Le calcul des tassements tridimensionnels est basé sur la formule approchée de Steinbrenner, qui découle des formules de Boussinesq (Terzaghi, 1943). Cette formule permet d'exprimer le tassement, sous le coin d'une charge rectangulaire uniforme L x B, d'une couche située entre les profondeurs D1 et D2, de module E et de coefficient de Poisson v :

$$\rho_{D1-D2} = \frac{qB}{E}\left((1-\nu^2)\left(F_1(D_2)-F_1(D_1)\right)+(1-\nu-2\nu^2)\left(F_2(D_2)-F_2(D_1)\right)\right)$$

Où :

$$\begin{cases} F_1(D) = \dfrac{1}{\pi}\left(l\ln\left(\dfrac{\left(1+\sqrt{l^2+1}\right)\sqrt{l^2+d^2}}{l\left(1+\sqrt{1+d^2+l^2}\right)}\right)+\ln\left(\dfrac{\left(l+\sqrt{l^2+1}\right)\sqrt{1+d^2}}{\left(l+\sqrt{1+d^2+l^2}\right)}\right)\right) \\ F_2(D) = \dfrac{d}{2\pi}\arctan\left(\dfrac{l}{d\sqrt{1+d^2+l^2}}\right) \end{cases} \quad \text{avec} \quad d = \frac{D}{B} \text{ et } l = \frac{L}{B}$$

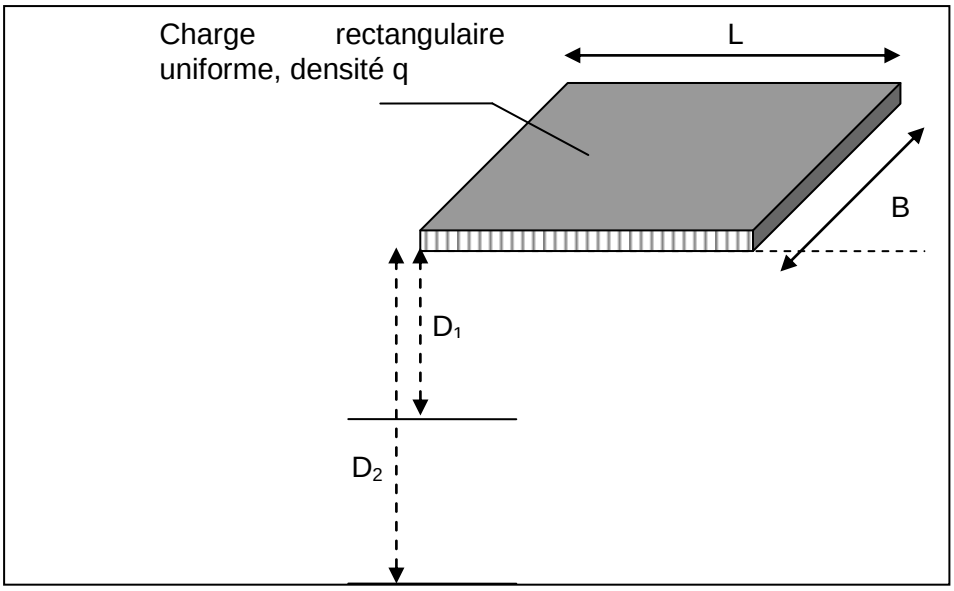


Figure D.3 : Application de la formule de Steinbrenner

D.2.3.3. Tassement œdométrique

a) Tassement œdométrique final

Le tassement œdométrique ΔH est déduit de la courbe œdométrique (Figure D.3) reliant l'indice des vides à la contrainte effective verticale σ'_v dans le sol : $e = f(\sigma_{zz}')$, caractérisée par :

C_s : coefficient de compressibilité en recompression ;
C_c : coefficient de compressibilité vierge ;
e_o : indice des vides initial ;
σ_o' : contrainte effective géostatique initiale ;
σ_p' : pression de consolidation ;
t_c : coefficient de surconsolidation, par convention $t_c = \sigma_p'/\sigma_o'$ si $t_c > 0$
$t_c = -(\sigma_p'-\sigma_o')$ si $t_c < 0$

On suppose que les déformations latérales sont nulles (l'hypothèse de déformation unidimensionnelle est valable) et que le volume des grains du squelette reste constant. La relation entre la variation du déplacement vertical et celle de l'indice des vides est définie par :

$$\frac{\Delta H}{H_o} = \frac{\Delta e}{(1+e_o)}$$

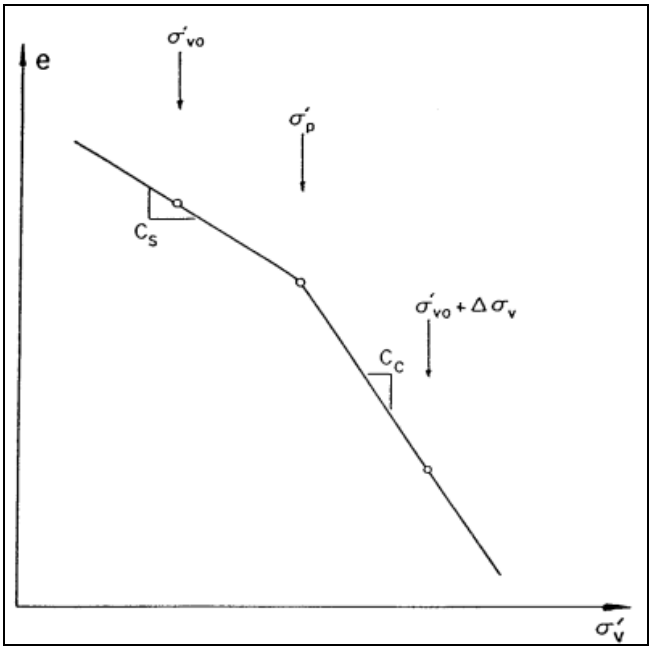


Figure D.4 : Variation de l'indice des vides e en fonction de $\Delta\sigma v$

Le tassement œdométrique ΔH dû à un accroissement de la contrainte effective $\Delta\sigma_{zz}'$ (calculée) dépend de l'état de référence et de l'histoire du chargement du sol :

- premier cas: sol normalement consolidé : $\sigma_0'=\sigma_p'$, le tassement œdométrique s'écrit :

si $\Delta\sigma'_{zz}>0$,
$$\Delta H = H.\frac{C_c}{1+e_o}.\left[\log_{10}\left(\frac{\sigma_o'+\Delta\sigma_{zz}'}{\sigma_o'}\right)\right] \qquad (5)$$

si $\Delta\sigma'_{zz}<0$,
$$\Delta H = H.\frac{C_s}{1+e_o}.\left[\log_{10}\left(\frac{\sigma_o'+\Delta\sigma_{zz}'}{\sigma_o'}\right)\right] \qquad (6)$$

- deuxième cas: sol surconsolidé: $\sigma_0' < \sigma_p'$

  Si $\sigma_p' < \Delta\sigma'_{zz} + \sigma_0'$ et $\Delta\sigma_{zz}' > 0$ (cas de charge), le tassement œdométrique s'écrit :

$$\Delta H = \frac{H_o}{(1+e_o)} \cdot \left[C_s \cdot \log_{10}\left(\frac{\sigma_p'}{\sigma_o'} \right) + C_c \cdot \log_{10}\left(\frac{\sigma_o' + \Delta\sigma_{zz}'}{\sigma_p'} \right) \right] \qquad (7)$$

  Si $\sigma_p' > \Delta\sigma_{zz}' + \sigma_o'$ alors le tassement ΔH se déduit de la formule (6).

b) Tassement à un instant t

On peut considérer que dans le domaine surconsolidé, la consolidation est beaucoup plus rapide que dans le domaine normalement consolidé.

Aussi, pour chaque couche, le degré de consolidation n'est appliqué qu'à la variation de contrainte dépassant la pression de consolidation.

A un instant t, on considère que la contrainte a pour valeur :

$$\sigma'_v(t) = \sigma'_p + U_s(t) \times (\sigma'_0 + \Delta\sigma - \sigma'_p)$$

$U_s(t)$, fourni couche par couche, doit être déduit d'un calcul de consolidation préalable (à réaliser avec un logiciel spécifique).

Le supplément de contrainte à un instant t s'écrit :

$$\Delta\sigma(t) = \sigma'_v(t) - \sigma'_0$$

La valeur ainsi évaluée est injectée dans celle des formules (5) à (7) qui est applicable.

D.2.4. Applications et limites

L'application des formules de Boussinesq du milieu semi infini élastique homogène isotrope est acceptable tant qu'il n'existe pas de différences de rigidité importantes entre les différentes couches.
Ceci est généralement le cas pour les sols susceptibles de déformations notables. Le cas d'une couche rigide surmontant une couche molle ne peut être traité de cette façon.

L'approche des déformations par l'élasticité (calcul 1D ou 3D) nécessite une évaluation correcte du module d'Young pour le domaine des contraintes et la plage des déformations anticipés sous l'ouvrage. Ceci est important dans le cas des sols granulaires où le module augmente avec la contrainte moyenne σ_m et diminue avec la déformation.

Les calculs réalisés montrent généralement peu de différences entre le calcul 1D ou le calcul 3D.

Burland a souligné que l'approche œdométrique pour estimer le tassement total sous une fondation fournissait un ordre de grandeur au moins équivalent à celui fourni par les méthodes de calcul les plus sophistiquées, pour tous les sols dont le comportement est approximativement «élastique» sous l'effet de charges verticales.

L'approche œdométrique inclut implicitement la variation de rigidité avec le niveau de chargement.

Les degrés de consolidation introduits pour le calcul du tassement en fonction du temps doivent être déduits d'un calcul de consolidation représentatif des conditions rencontrées (à réaliser avec un logiciel spécifique).

D.3. MANUEL D'UTILISATION

On présente dans ce chapitre :

- les paramètres d'entrée du module Tasseldo.
  Certaines zones ne peuvent recevoir que des données ayant une signification physique (par exemple, un coefficient de Poisson doit toujours être strictement compris entre 0 et 0,5).
  La fenêtre d'entrée des paramètres de calcul Tasseldo est constituée de 5 onglets distincts. Les données à compléter sur chaque onglet dépendent parfois de certains choix effectués par l'utilisateur : par exemple, les données liées au calcul oedométrique ne sont requises que si ce type de calcul a été demandé par l'utilisateur.
- les résultats fournis par le module Tasseldo. Là aussi, ils dépendent en partie des données saisies par l'utilisateur, et notamment du type de calcul.

Ce chapitre ne détaille pas l'interface utilisateurs proprement dite et ses manipulations (boutons, menus, etc) : ces aspects sont traités dans la partie C du manuel.

D.3.1. Onglet "Paramètres"

Figure D.5 : Onglet "Paramètres"

D.3.1.1. Cadre "Paramètres généraux"

Cet onglet permet de définir

- le titre du calcul : 80 caractères maximum ;
- le niveau de détail pour les impressions : il s'agit en réalité du niveau de détail pour la génération du fichier de résultats numériques formatés (cf chapitre D.3.6.2.1).

D.3.1.2. Cadre "Importation"

Dans le module Tasseldo, il est possible d'importer un projet depuis le module Tasplaq.

En effet, dans le cadre d'un calcul Tasplaq, le logiciel Foxta édite un fichier .tso, format reconnu par le module Tasseldo. Ce fichier est destiné à être importé dans le module Tasseldo.

Sur l'onglet Paramètres, le bouton Importer un projet Tasseldo depuis Tasplaq... ouvre l' "Assistant d'importation projet Tasseldo" qui permet de sélectionner le répertoire contenant le fichier *[TQ].tso issu du projet Tasplaq, puis d'effectuer l'import :

- Cadre "Répertoire d'importation" : indiquer le chemin du répertoire contenant le projet Tasseldo. Par défaut, Foxta indique le répertoire dans lequel se trouve le projet courant. Au besoin, aidez-vous du bouton Parcourir ... pour sélectionner le répertoire souhaité. Il est possible que Foxta affiche un message d'avertissement lorsque la date du calcul est très ancienne et vous invite à vérifier les données du projet ;
- Les noms des projets Tasplaq disponibles s'affichent dans le cadre de gauche : en sélectionner un ;
- La date du calcul correspondant s'affiche sur la droite ;
- Des informations sur les données importées à partir du module Tasplaq s'affichent dans le cadre de droite.

Cliquer sur le bouton OK pour confirmer l'importation des données ou sur Annuler.

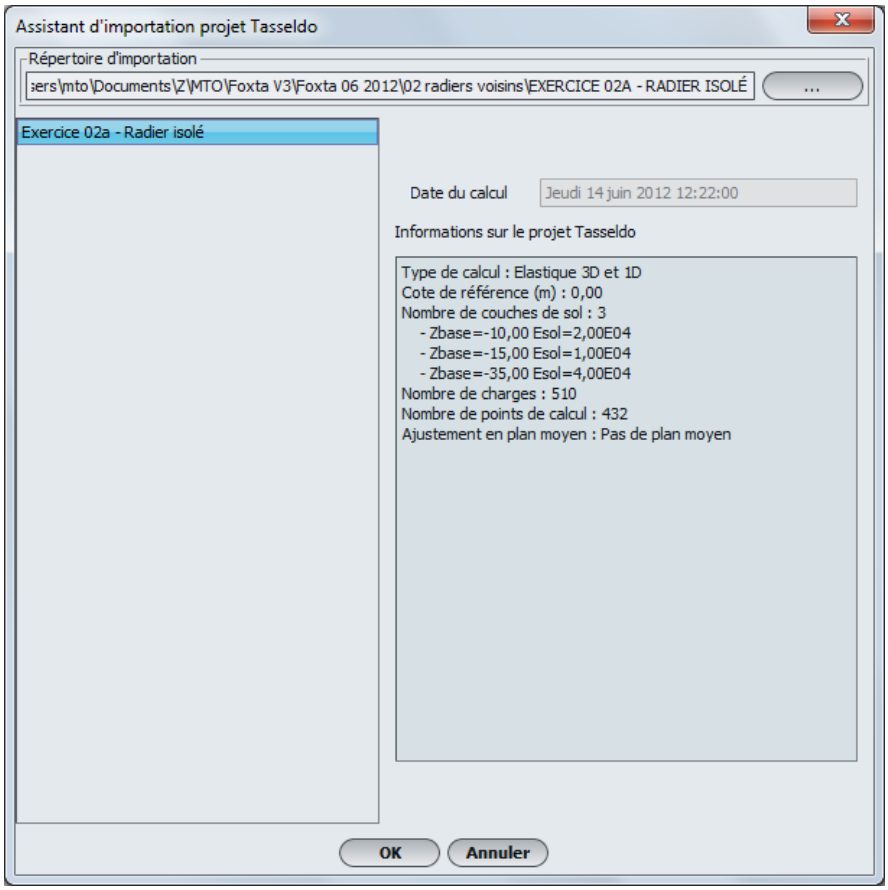

Assistant d'importation projet Tasseldo
Répertoire d'importation
ers\mto\Documents\Z\MTO\Foxta V3\Foxta 06 2012\02 radiers voisins\EXERCICE 02A - RADIER ISOLÉ
...
Exercice 02a - Radier isolé
Date du calcul
Jeudi 14 juin 2012 12:22:00
Informations sur le projet Tasseldo
Type de calcul : Elastique 3D et 1D
Cote de référence (m) : 0,00
Nombre de couches de sol : 3
- Zbase=-10,00 Esol=2,00E04
- Zbase=-15,00 Esol=1,00E04
- Zbase=-35,00 Esol=4,00E04
Nombre de charges : 510
Nombre de points de calcul : 432
Ajustement en plan moyen : Pas de plan moyen
OK
Annuler

Figure D.6 : Assistant d'importation d'un fichier Tasplaq dans le module Tasseldo

Il est également possible d'exporter les résultats d'un calcul Tasplaq vers le module Tasseldo. Pour plus de détails, consulter le manuel d'utilisation Tasplaq (partie I).

D.3.2. Onglet "Couches"

Ce deuxième onglet permet la saisie des paramètres relatifs au comportement du sol.

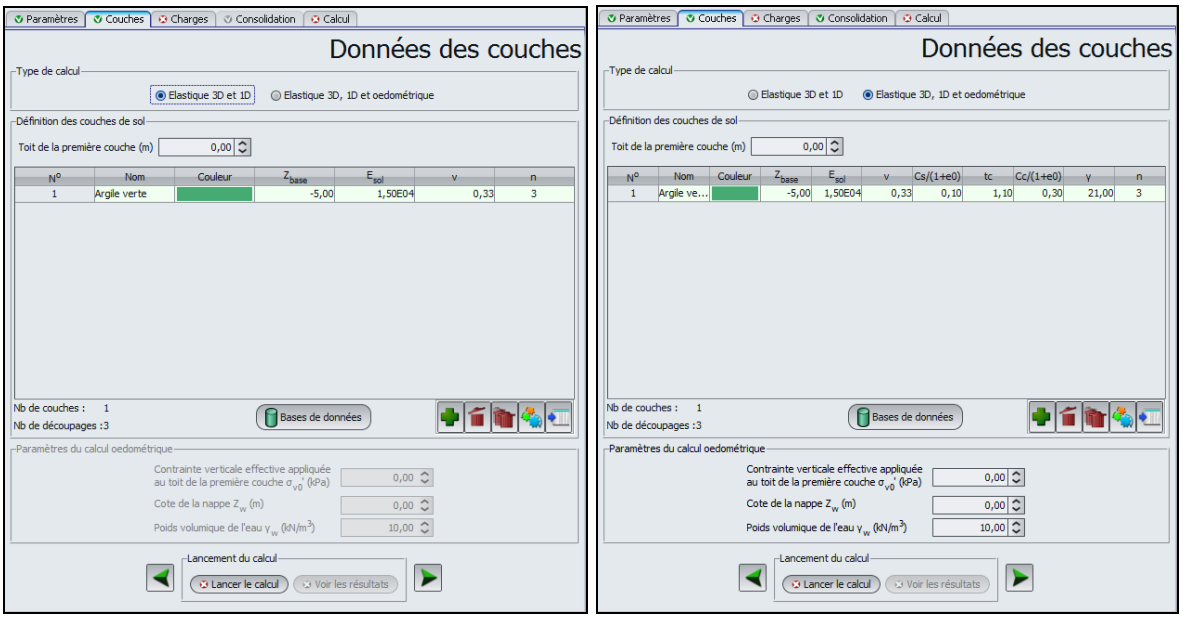


Figure D.7 : Onglet "Couches"

Différentes informations sont accessibles en fonction du type de calcul sélectionné.

D.3.2.1. Cadre "Type de calcul"

Le choix du type de calcul permet à l'utilisateur d'indiquer s'il souhaite effectuer un calcul oedométrique en complément du calcul Elastique 3D et 1D.

Si le calcul "Elastique 3D, 1D et oedométrique" est sélectionné :

- Le tableau de définition des couches de sol comporte des colonnes supplémentaires ;
- Le cadre "Paramètres du calcul oedométrique" s'affiche ;
- L'onglet "Consolidation" est activé.

Nota : la combinaison des approches élastiques et oedométrique peut être utile par exemple pour effectuer un calage des modules élastiques des couches d'un projet sur le tassement oedométrique, ou dans le cas général d'un sol constitué d'une succession de sables et d'argiles.

D.3.2.2. Cadre "Définition des couches de sols"

Ce cadre comporte tout d'abord la saisie du toit de la première couche de sol, c'est-à-dire de la cote du TN (m). Elle doit être supérieure à la cote de la base de la première couche qui sera définie dans le tableau de définition des couches de sol juste dessous.

Le choix d'un calcul oedométrique nécessite de définir un paramètre de surconsolidation 't_c' comme suit :

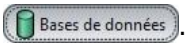
- si $\mathbf{t_c}$>0 alors $\mathbf{t_c} = \sigma'_p/\sigma_v'_0$
- si $\mathbf{t_c}$<0 alors $\mathbf{t_c} = -(\sigma'_p - \sigma_v'_0)$

Où $\sigma_v'_0$ désigne la contrainte verticale effective initiale, et $\mathbf{\sigma'_p}$ la contrainte de pré-consolidation.

Le tableau suivant décrit les propriétés de sol à définir pour chaque couche :

Désignation	**Unité**	**Valeur par défaut**	**Condition d'affichage**	**Valeur obligatoire**	**Contrôles locaux**
Z : cote de la base de la couche	m	1 m sous la base de la couche au-dessus	Toujours	Oui	Valeurs strictement décroissantes
E : module d'Young	kPa	-	Toujours	Oui	> 0
ν : coefficient de Poisson	-	-	Toujours	Oui	$0 < \nu < 0,5$
$\mathbf{C_s/(1+e_0)}$: indice de recompression (ou de gonflement)	-	-	Calcul oedométrique seulement	Oui si affichée	≥ 0
$\mathbf{t_c}$: paramètre de surconsolidation	- ou kPa	-	Calcul oedométrique seulement	Oui si affichée	-
$\mathbf{C_c/(1+e_0)}$: coefficient de compressibilité vierge	-	-	Calcul oedométrique seulement	Oui si affichée	≥ 0
γ : poids volumique total de la couche (γ' est automatiquement pris en compte si la couche est immergée, toujours introduire γ)	kN/m^3	-	Calcul oedométrique seulement	Oui si affichée	> 0
n : nombre de subdivisions de la couche (discrétisation pour les calculs)	-	1	Toujours	Oui	≥ 1

Tableau D.1 : Paramètres des couches de sol

Foxta permet d'enregistrer les couches de sol dans la base de données des sols du projet et/ou dans la base de données globale des sols en cliquant sur le bouton 

.

Ceci permet d'enregistrer les couches de sol avec leurs paramètres et d'éviter de les saisir à nouveau lors de la création d'un nouveau module dans le projet en cours, ou d'un autre projet Foxta.

L'utilisation de la base de données des sols est décrite en détail dans la partie C du manuel.

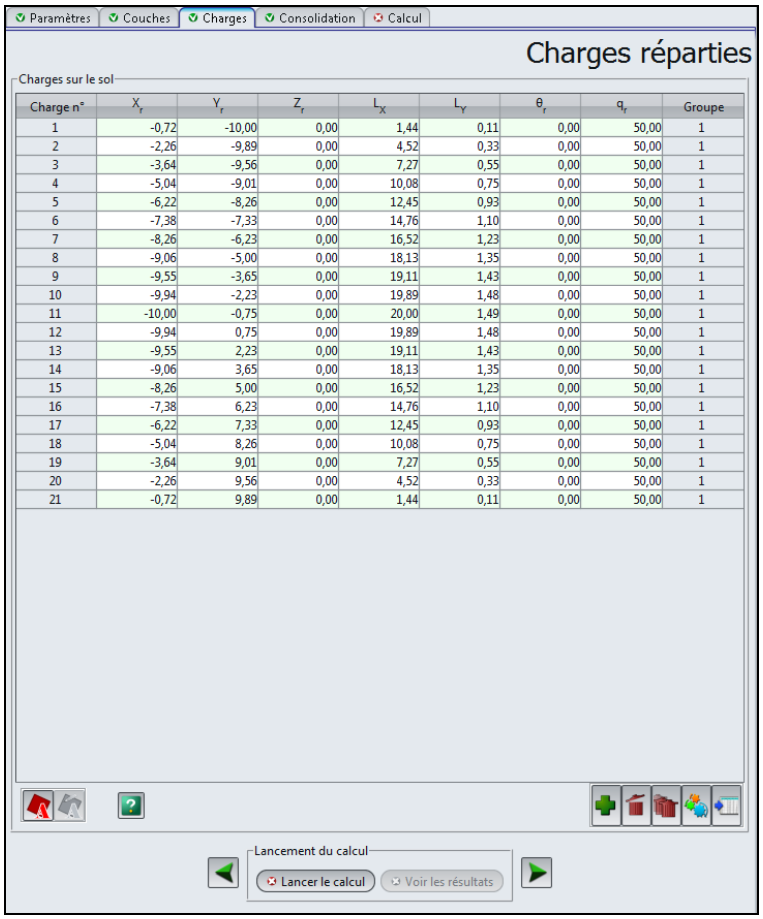
D.3.2.3. Cadre "Paramètres du calcul oedométrique"

Ce cadre, visible uniquement si l'utilisateur a choisi un calcul oedométrique, permet de saisir les éléments suivants :

Désignation	**Unité**	**Valeur par défaut**	**Condition d'affichage**	**Valeur obligatoire**	**Contrôles locaux**
σ_{vo}' : contrainte verticale effective appliquée au toit de la première couche	kPa	0,00	Toujours	Oui	≥ 0
$\mathbf{Z_w}$: cote de la nappe	m	0,00	Toujours	Oui	-
γ_w : poids volumique de l'eau	kN/m^3	10,00	Toujours	Oui	> 0

Tableau D.2 : Paramètres de calcul oedométrique

D.3.3. Onglet "Charges"



Charge n°	X_r	Y_r	Z_r	L_X	L_Y	θ_r	q_r	Groupe
1	-0,72	-10,00	0,00	1,44	0,11	0,00	50,00	1
2	-2,26	-9,89	0,00	4,52	0,33	0,00	50,00	1
3	-3,64	-9,56	0,00	7,27	0,55	0,00	50,00	1
4	-5,04	-9,01	0,00	10,08	0,75	0,00	50,00	1
5	-6,22	-8,26	0,00	12,45	0,93	0,00	50,00	1
6	-7,38	-7,33	0,00	14,76	1,10	0,00	50,00	1
7	-8,26	-6,23	0,00	16,52	1,23	0,00	50,00	1
8	-9,06	-5,00	0,00	18,13	1,35	0,00	50,00	1
9	-9,55	-3,65	0,00	19,11	1,43	0,00	50,00	1
10	-9,94	-2,23	0,00	19,89	1,48	0,00	50,00	1
11	-10,00	-0,75	0,00	20,00	1,49	0,00	50,00	1
12	-9,94	0,75	0,00	19,89	1,48	0,00	50,00	1
13	-9,55	2,23	0,00	19,11	1,43	0,00	50,00	1
14	-9,06	3,65	0,00	18,13	1,35	0,00	50,00	1
15	-8,26	5,00	0,00	16,52	1,23	0,00	50,00	1
16	-7,38	6,23	0,00	14,76	1,10	0,00	50,00	1
17	-6,22	7,33	0,00	12,45	0,93	0,00	50,00	1
18	-5,04	8,26	0,00	10,08	0,75	0,00	50,00	1
19	-3,64	9,01	0,00	7,27	0,55	0,00	50,00	1
20	-2,26	9,56	0,00	4,52	0,33	0,00	50,00	1
21	-0,72	9,89	0,00	1,44	0,11	0,00	50,00	1

Figure D.8 : Onglet "Charges"

D.3.3.1. Cadre "Charges sur le sol"

Les chargements pris en compte dans le module Tasseldo sont obligatoirement rectangulaires. Toutefois, il est possible de définir des chargements de forme complexe en combinant des rectangles d'emprise équivalente.

Il est nécessaire de définir au moins un chargement rectangulaire non nul pour pouvoir effectuer un calcul de tassement. Les données à introduire pour chaque rectangle (c'est-à-dire sur chaque ligne de chargement dans le tableau de l'onglet "Charges") sont décrite dans le tableau suivant.

Nota :

- les charges peuvent être appliquées en surface (au niveau du TN), mais également à tout autre niveau ;
- cet onglet dispose d'un bouton Assistant pour faciliter la définition des chargements. Voir le chapitre D.3.3.2.

Pour visualiser un chargement particulier, sélectionner une ligne dans le tableau des charges : le chargement correspondant est alors encadré en vert sur la représentation graphique dans la partie gauche de la fenêtre.

Désignation	**Unité**	**Valeur par défaut**	**Condition d'affichage**	**Valeur obligatoire**	**Contrôles locaux**
X_r, Y_r, Z_r : Coordonnées du coin de référence du rectangle (l'axe Z est dirigé vers le haut)	m	-	Toujours	Oui	
L_x, L_y : dimensions suivant x et y local du rectangle	m	-	Toujours	Oui	
θ_r : angle que fait le côté L_x avec l'axe Ox (positif dans le sens trigonométrique)	°	-	Toujours	Oui	
q_r : densité de charge uniforme sur le rectangle considéré	kPa		Toujours	Oui	≠ 0
Groupe (un groupe de charges correspond à un ensemble de rectangles de charge généré via l'assistant)	-	-	Si l'un des assistants "charges" a été utilisé	Complétée automatiquement	-

Tableau D.3 : Paramètres pour la définition des charges

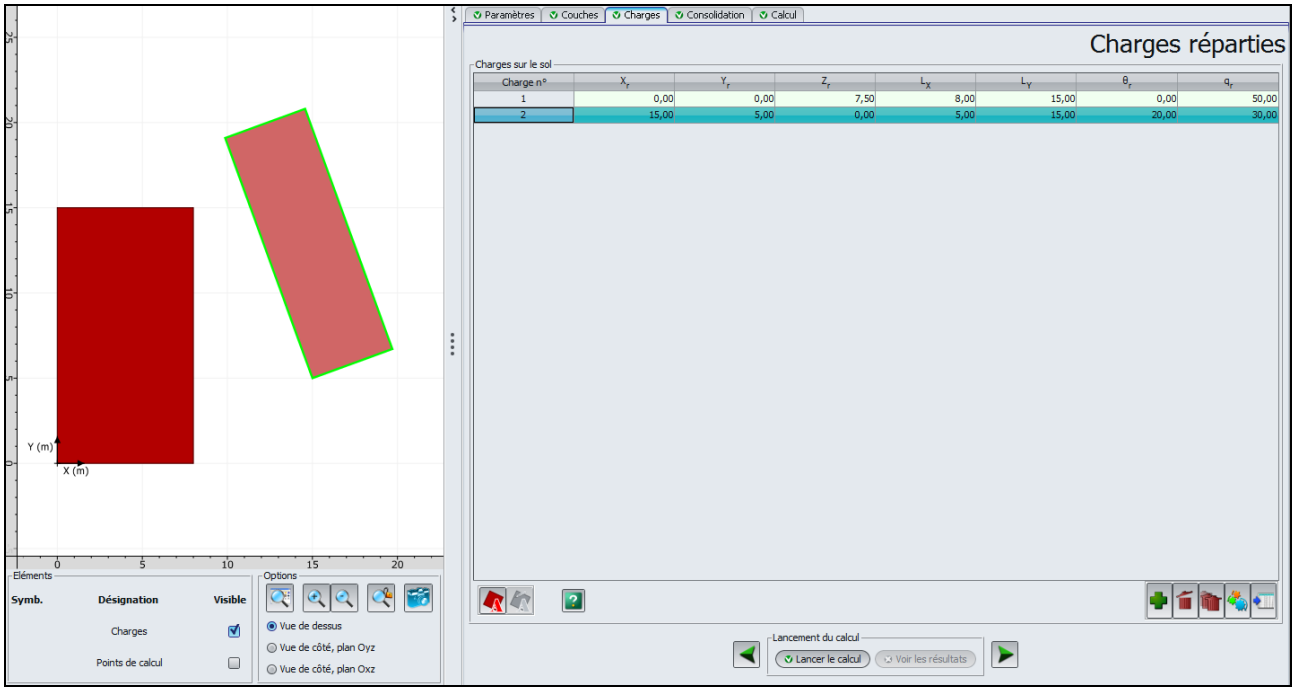


Figure D.9 : Visualisation d'une charge particulière

Edition juillet 2012 - ***Copyright © Foxta v3 - 2011***

Une figure d'aide est disponible pour illustrer la définition des charges : cliquer sur le bouton :

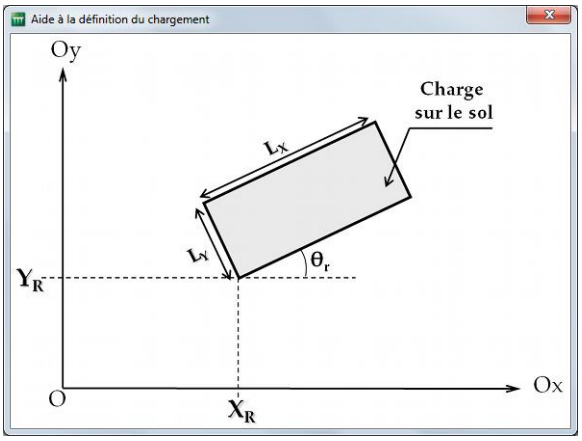


Figure D.10 : Figure d'aide pour la définition des charges sur le sol

D.3.3.2. Assistant de charges

Pour faciliter la définition de chargements "courants", cet onglet dispose d'un bouton Assistant qui permet de définir simplement :

- un chargement circulaire uniforme ;
- un chargement annulaire uniforme ;
- un chargement de type talus 3D.

La Figure D.11 illustre les différents assistants disponibles :

- Choisir le type de chargement ;
- Renseigner les différents champs de saisie ;
- Cliquer sur le bouton Transférer.

La description du fonctionnement des fenêtres des différents chargements est expliquée dans les sous-chapitres suivants.

Nota : il est possible d'utiliser plusieurs assistants, ou plusieurs fois le même assistant Charges dans le cadre du même calcul Tasseldo.

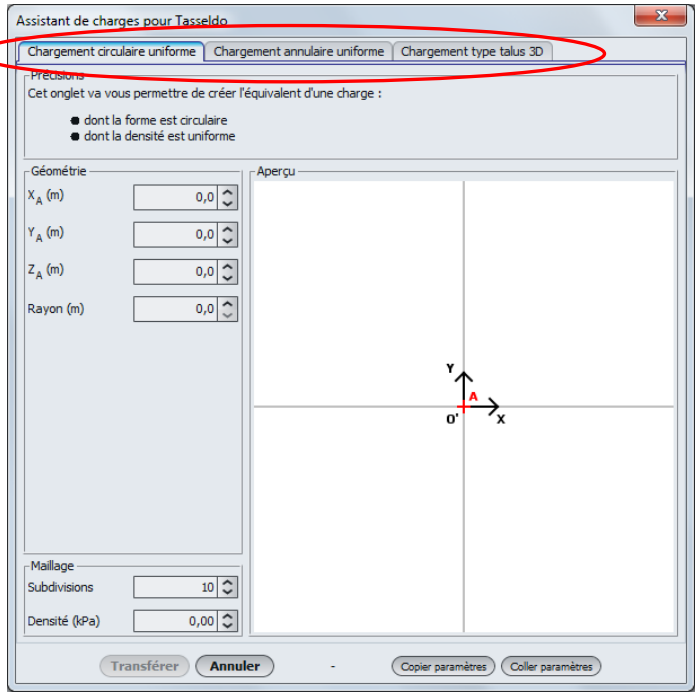


Figure D.11 : Chargements automatiques (assistants)

D.3.3.2.1. Assistant : "Chargement circulaire uniforme"

Cet assistant permet de générer un groupe de charges rectangulaires équivalent à une charge circulaire uniforme.

Les données à introduire sont les suivantes :

Désignation	**Unité**	**Valeur par défaut**	**Condition d'affichage**	**Valeur obligatoire**	**Contrôles locaux**
Point A (X_A, Y_A, Z_A) : coordonnées du centre du disque	m	(0,0,0)	Toujours	Oui	
Rayon du disque chargé	m	-	Toujours	Oui	>0
Subdivisions	-	10	Toujours	Oui	>0
Densité de la charge	kPa	-	Toujours	Oui	-

Tableau D.4 : Paramètres pour le chargement circulaire uniforme

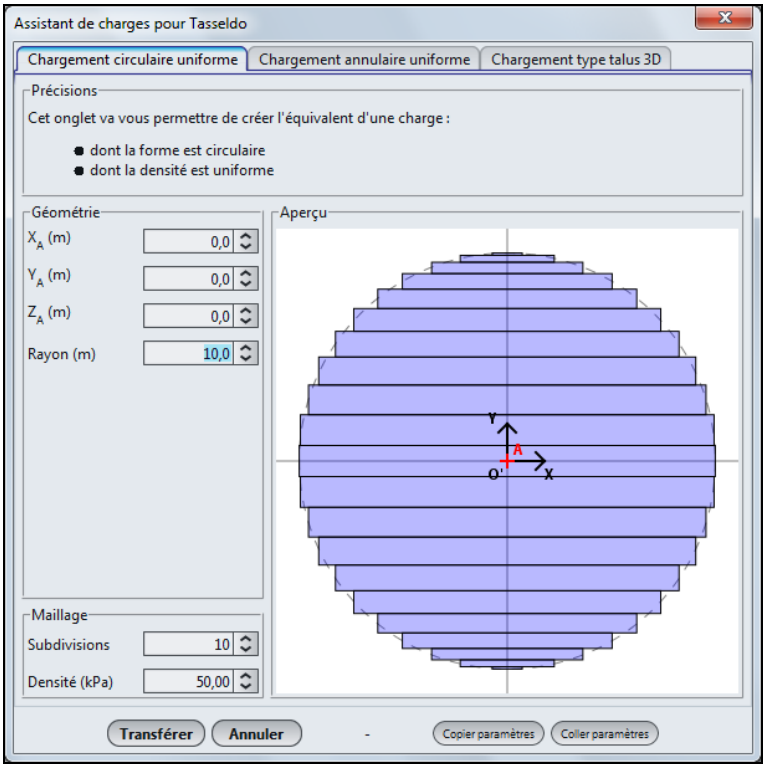


Figure D.12 : "Chargement circulaire uniforme"

Edition juillet 2012 - ***Copyright © Foxta v3 - 2011***

La génération de charges rectangulaires représentant le chargement circulaire et le calcul de leurs propriétés X_r, Y_r, Z_r, L_X, L_Y, θ_r et q_r, sont activés par un clic sur le bouton Transférer :

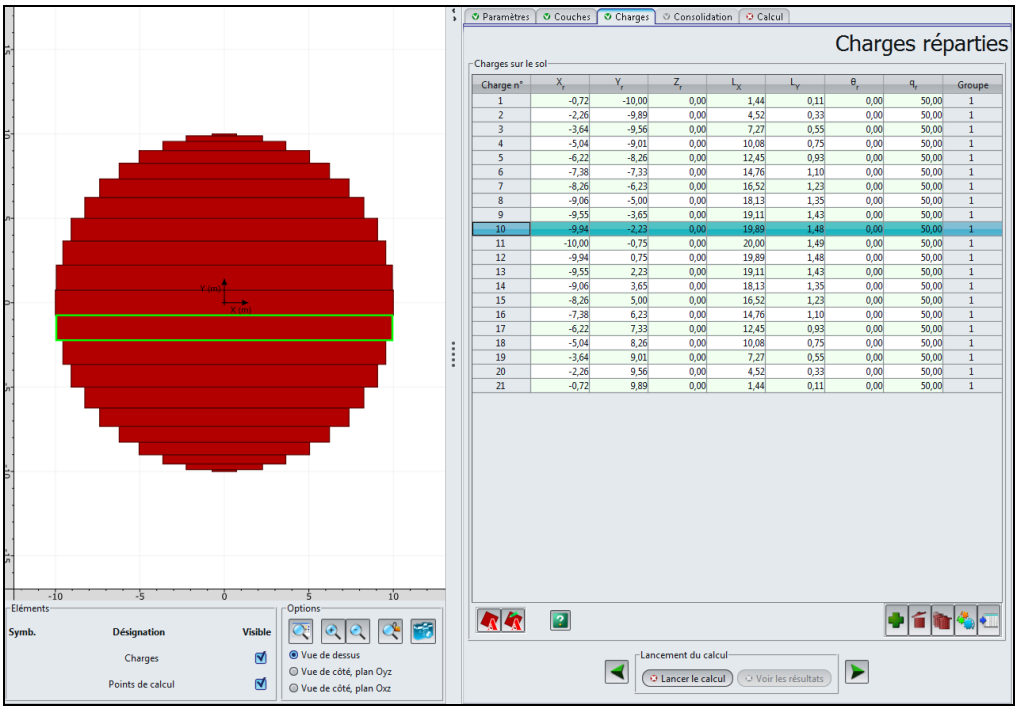


Figure D.13 : Valeurs calculées : "Chargement circulaire uniforme"

D.3.3.2.2. Assistant : Chargement annulaire uniforme

Cet assistant permet de générer un groupe de charges rectangulaires équivalent à une charge annulaire uniforme

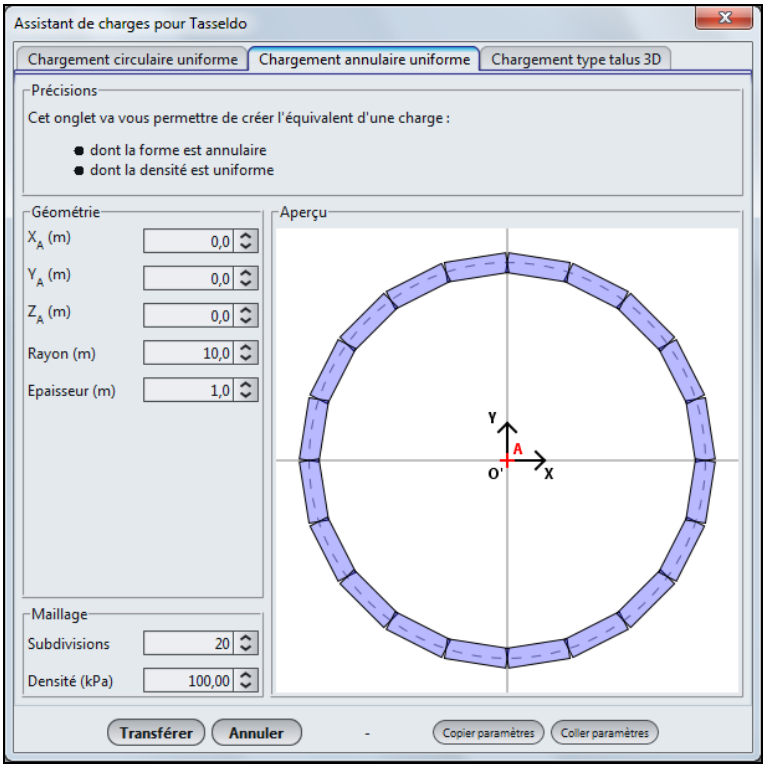


Figure D.14 : "Chargement annulaire uniforme"

Les données à introduire sont les suivantes :

Désignation	**Unité**	**Valeur par défaut**	**Condition d'affichage**	**Valeur obligatoire**	**Contrôles locaux**
Point A (X_A, Y_A, Z_A) : coordonnées du centre de l'anneau	m	(0,0,0)	Toujours	Oui	
Rayon moyen de l'anneau	m	-	Toujours	Oui	> 0
Epaisseur de l'anneau	m	-	Toujours	Oui	> 0
Subdivisions	-	20	Toujours	Oui	> 0
Densité de la charge	kPa	-	Toujours	Oui	-

Tableau D.5 : Paramètres pour le chargement annulaire uniforme

La génération de charges rectangulaires représentant le chargement annulaire et le calcul de leurs propriétés X_r, Y_r, Z_r, L_X, L_Y, θ_r et q_r, sont activés par un clic sur le bouton Transférer :

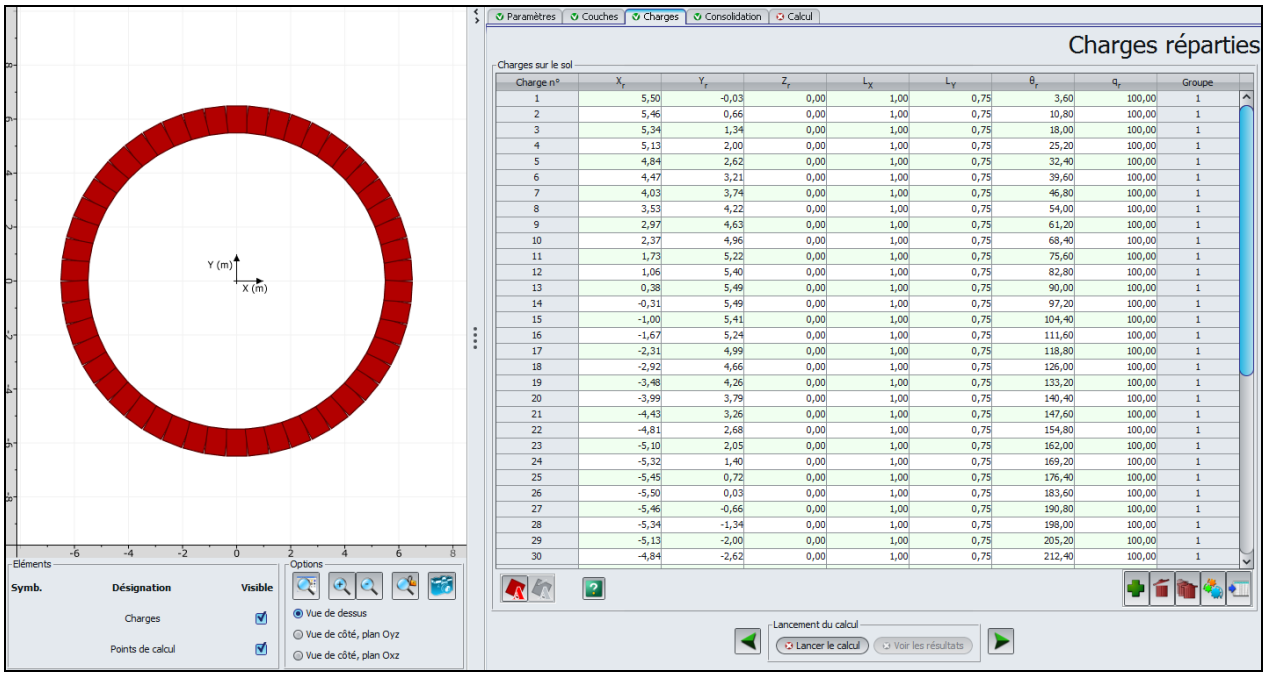


Figure D.15 : Valeurs calculées : "Chargement annulaire uniforme"

D.3.3.2.3. Assistant : Chargement type Talus 3D

Cet assistant permet de générer un groupe de charges rectangulaires équivalent à un talus tri-dimensionnel.

Ci-après un exemple de chargement de ce type illlustrant le cas général (valeur de charge différente en chacun des 4 points A, B, C et D).

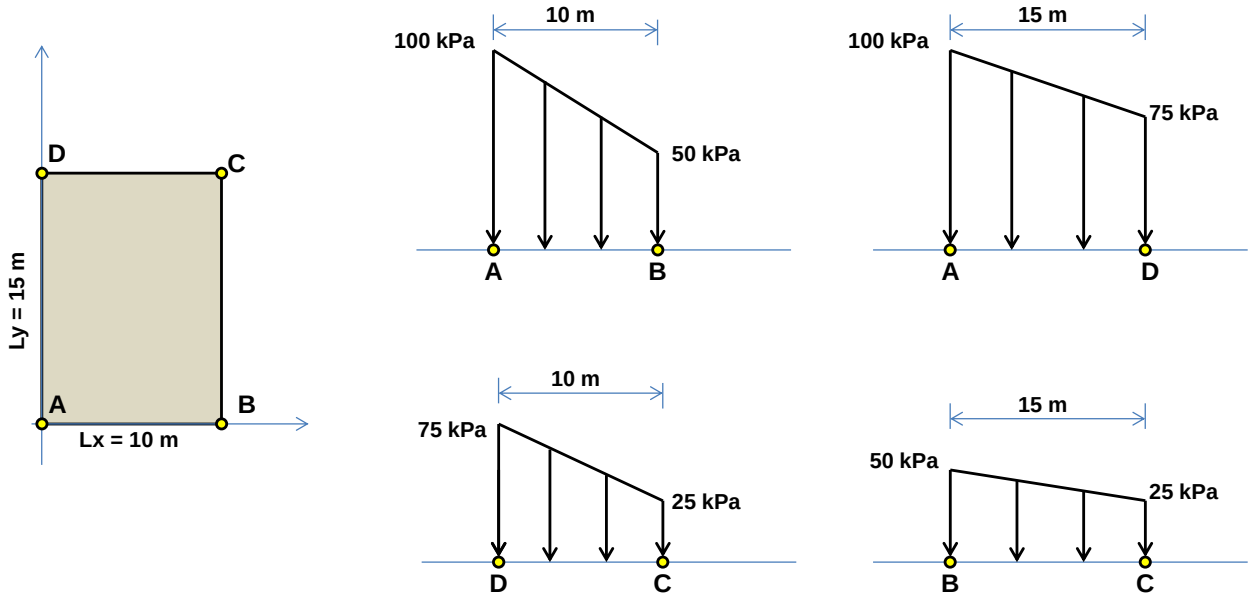


Figure D.16 : Exemple de chargement de type Talus 3D

La définition correspondante dans l'assistant est la suivante :

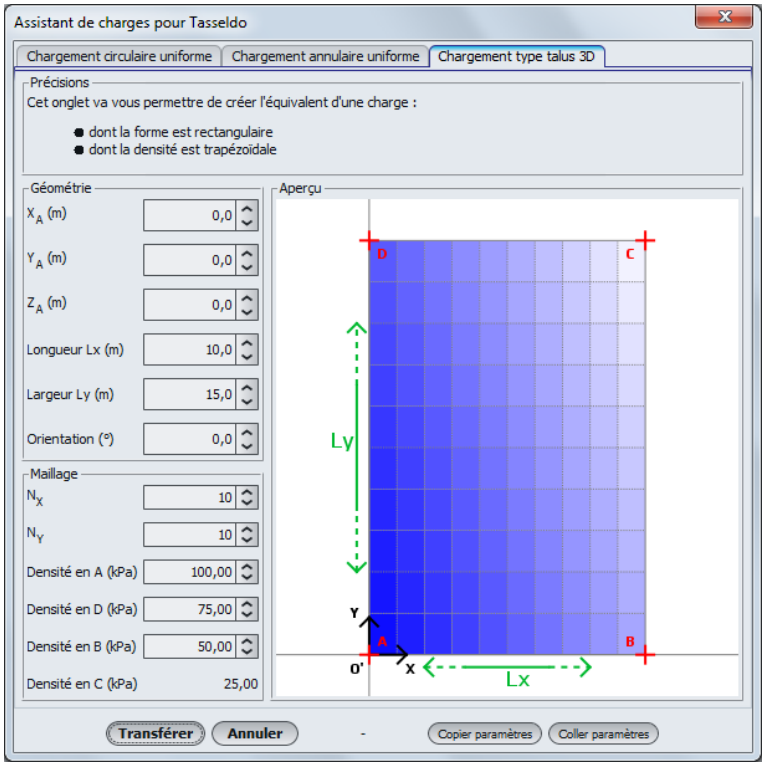


Figure D.17 : Assistant : "Chargement type talus 3D"

Les données à introduire sont les suivantes :

Désignation	**Unité**	**Valeur par défaut**	**Condition d'affichage**	**Valeur obligatoire**	**Contrôles locaux**
Point A (X_A, Y_A, Z_A) : Coordonnées du coin inférieur gauche du talus	m	-	Toujours	Oui	
L_x : Longueur du talus	m	-	Toujours	Oui	> 0
L_y : Largeur du talus	m	-	Toujours	Oui	> 0
θ : Orientation	°	-	Toujours	Oui	
N_x : Subdivisions suivant X	Sans	10	Toujours	Oui	≥ 2
N_y : Subdivisions suivant Y	Sans	10	Toujours	Oui	≥ 2
Densité de charge en A	kPa	-	Toujours	Oui	Au moins l'une des 3 valeurs doit être non nulle
Densité de charge en B	kPa	-	Toujours	Oui	
Densité de charge en D	kPa	-	Toujours	Oui	
Densité de charge en C	kPa	-	Toujours	Oui	Calculée automatiquement à partir des 3 valeurs précédentes

Tableau D.6 : Paramètres pour le chargement type Talus 3D

La génération des rectangles de chargement représentant le chargement de type "Talus 3D" et le calcul de leurs propriétés X_r, Y_r, Z_r, L_X, L_Y, θ_r et q_r, sont activés par un clic sur le bouton Transférer :

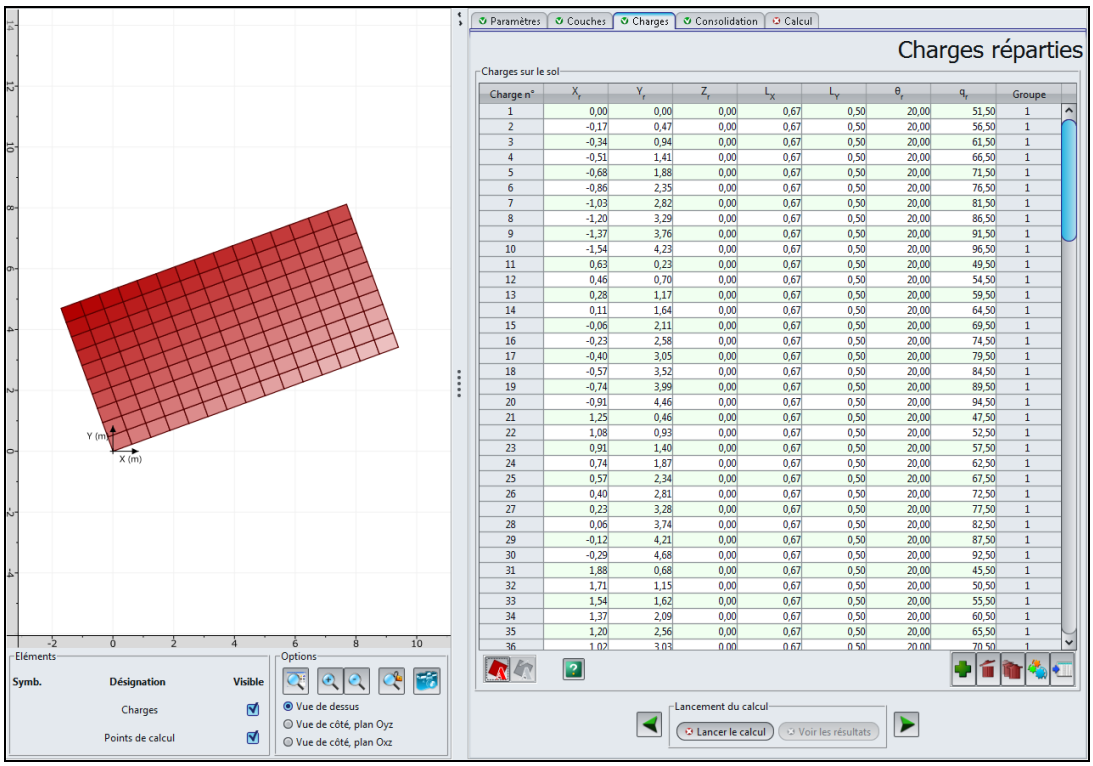


Figure D.18 : Valeurs calculées : "Chargement de type talus 3D"

D.3.4. Onglet "Consolidation"

Cet onglet n'est accessible que si l'option "Elastique 3D, 1D et oedométrique" de l'onglet "Couches" a été sélectionnée.

Pour prendre en compte la consolidation dans le cadre du calcul oedométrique, il faut tout d'abord cocher la case "Prise en compte de la consolidation", puis saisir les données requises dans les 2 cadres de l'onglet.

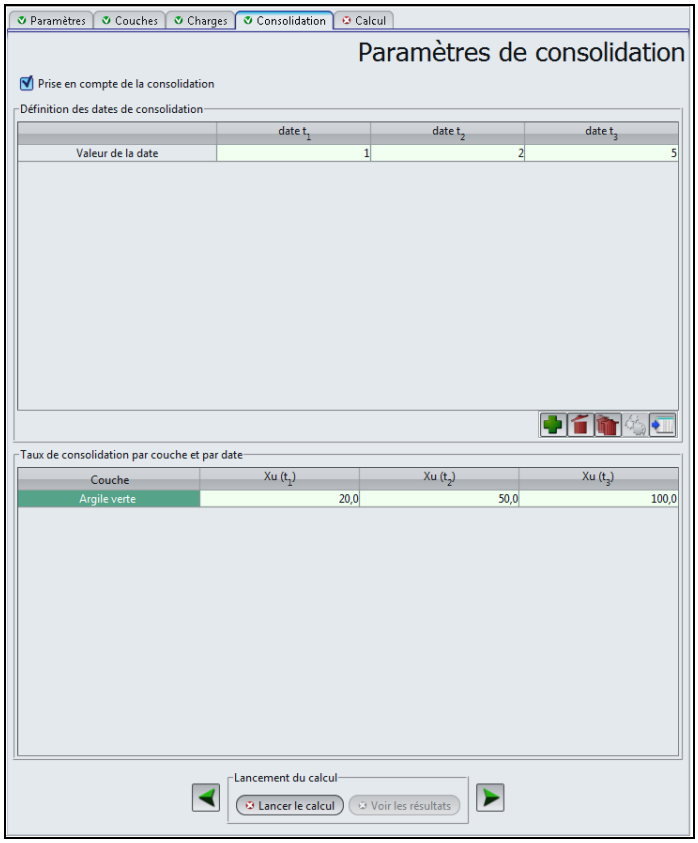


Figure D.19 : Onglet "Consolidation"

D.3.4.1. Cadre "Définition de dates de consolidation"

Ce cadre permet de définir les différentes dates de consolidation (croissantes) t_1, t_2, …t_i, …t_{20} à prendre en compte, c'est-à-dire les dates pour lesquelles l'utilisateur devra ensuite définir le pourcentage de consolidation de chaque couche $X_u(t_i)$.

Les dates sont exprimées sans unités (car elles ne sont pas utilisées dans les calculs, mais uniquement à l'affichage) : c'est donc à l'utilisateur de définir des dates cohérentes entre elles.

L'ajout d'une date (bouton "+" sous le tableau) génère l'ajout d'une colonne dans le tableau.

D.3.4.2. Cadre "Taux de consolidation par couche et par date"

Il convient de définir ici le pourcentage de consolidation de chaque couche, pour chaque date définie ci-dessus. Le logiciel crée automatiquement une ligne par couche dans le tableau.

La valeur $X_u(t_i)$ = 100 % correspond à une consolidation complète de la couche considérée à la date t_i.

Les pourcentages de consolidation saisis sont affectés à la base des couches actives. Lorsqu'une couche est subdivisée en plusieurs sous-couches, le programme réalise une interpolation linéaire des consolidations afin d'affecter, pour chaque date, un pourcentage de consolidation cohérent avec la position de chaque sous-couche.

Les paramètres à compléter sont les suivants :

Désignation	**Unité**	**Valeur par défaut**	**Condition d'affichage**	**Valeur obligatoire**	**Contrôles locaux**
Xu(t_i) : taux de consolidation de la couche indiquée à la date t_i	%	-	Toujours	Oui	$0 \leq Xu(t_i) \leq 100$ % Les valeurs de Xu doivent être croissantes (non strictement) avec le temps au sein d'une couche donnée

Tableau D.7 : Paramètres de consolidation

D.3.5. Onglet "Calcul"

Cet onglet permet de définir les points de calcul pour lesquels on souhaite évaluer le tassement et les contraintes. Il est nécessaire de définir au minimum un point de calcul.

Le choix de ces points doit se faire en fonction des besoins de l'étude : ces points sont ceux pour lesquels des résultats détaillés seront fournis dans les résultats. Ce sont également les points qui sont utilisés pour le calcul du plan moyen de tassement lorsque celui-ci est demandé.

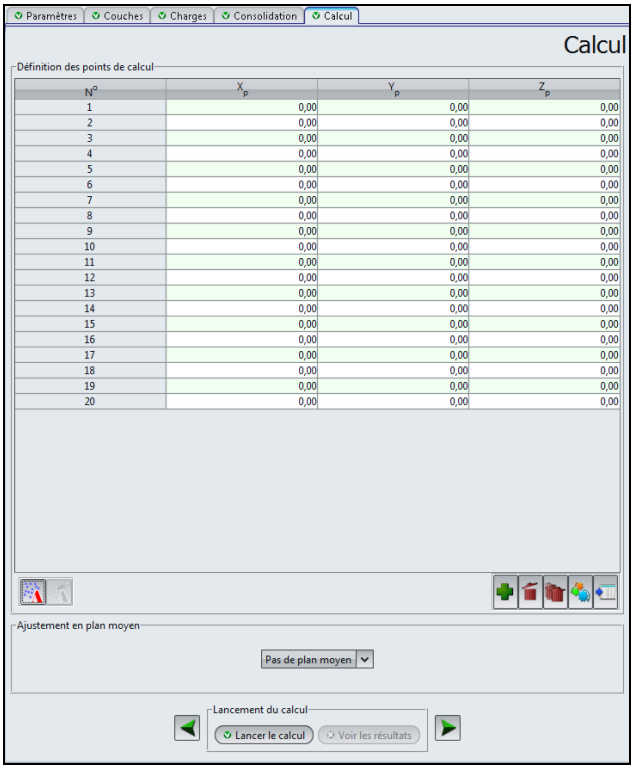


Figure D.20 : Onglet "Calcul"

D.3.5.1. Cadre "Définition des points de calcul"

Il convient de définir les coordonnées (X_P, Y_P, Z_P) (m) de chaque point de calcul que l'utilisateur souhaite définir.

Afin de faciliter la définition des points de calcul, il est possible d'utiliser l'un des assistants proposés (voir le chapitre suivant).

A noter :

- Il est recommandé de choisir une cote de début de calcul Zp située sur une limite de couches ;
- Les tassements et contraintes sont calculés uniquement à partir de (sous) la cote du point considéré ;
- La colonne "groupe" apparaît lorsque l'assistant de points de calcul a été utilisé : un groupe de points de calcul correspond à un ensemble de points de calcul généré via l'assistant ;
- L'application marque d'une croix verte dans la partie graphique le point sélectionné dans le tableau :

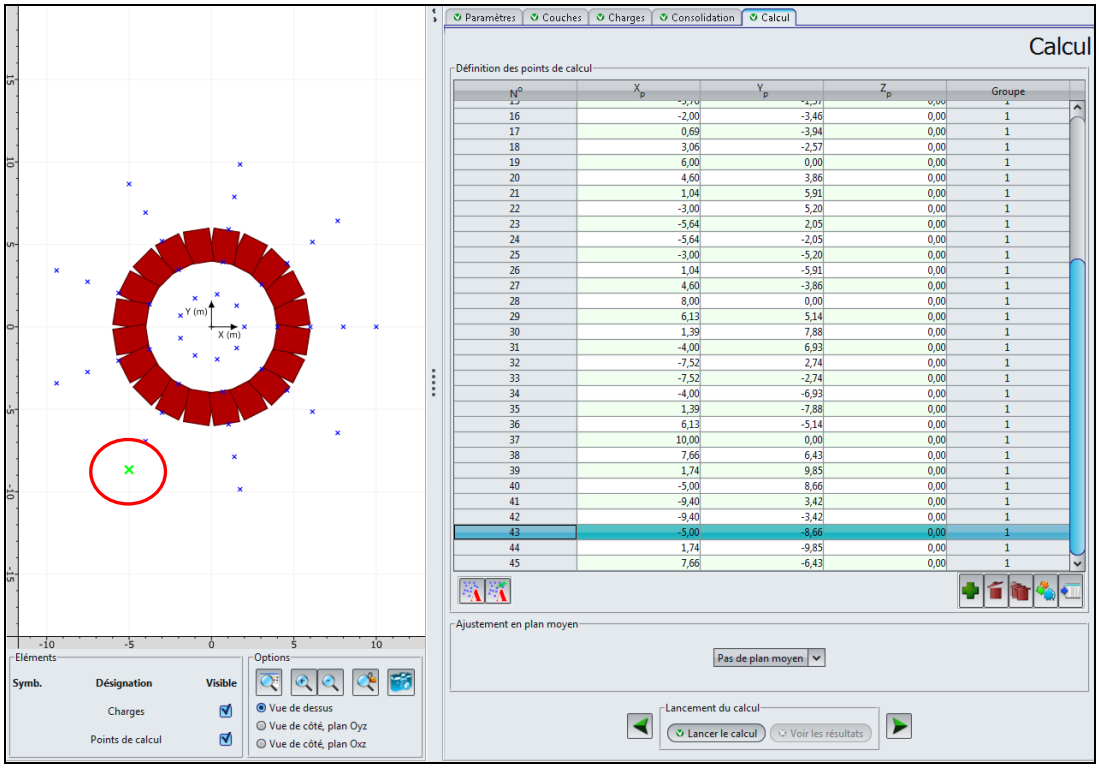


Figure D.21 : Sélection d'un point de calcul – Représentation graphique

Nota : la vue présentée par défaut dans l'espace graphique est la vue de dessus du projet. Il est possible, grâce aux boutons Vue de côté, plan Oyz et Vue de côté, plan Oxz, d'afficher également les vues de côté (plans Oyz ou Oxz).

Ces vues permettent par exemple de visualiser les chargements et points de calcul définis en profondeur.

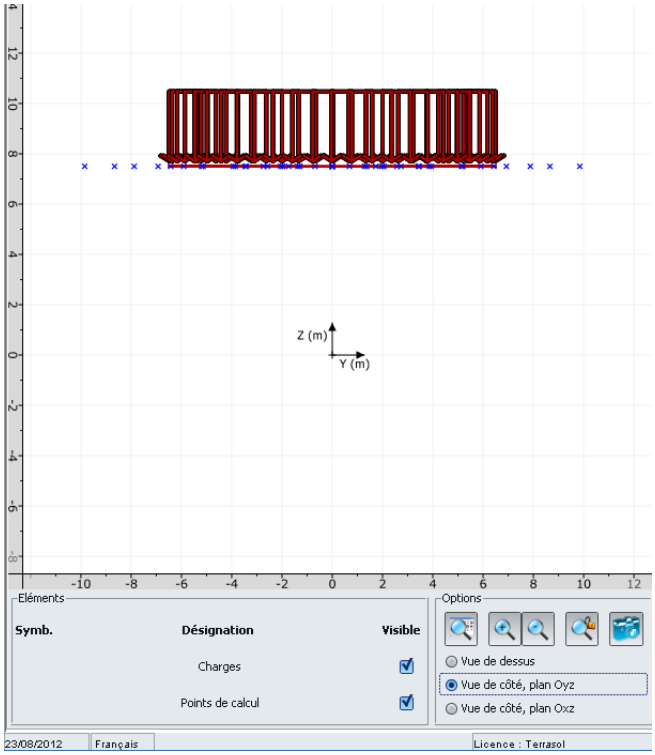


Figure D.22 : Exemple de représentation graphique en vue de côté (plan Oyz)

D.3.5.2. Assistants de points de calcul

Ces assistants permettent de générer automatiquement des points alignés ou répartis selon des géométries prédéfinies. Ils sont accessibles par un clic sur le bouton .

Il est possible d'utiliser plusieurs assistants, ou plusieurs fois le même assistant de points de calcul dans le cadre du même calcul Tasseldo.

Après utilisation d'au moins un assistant "Points de calcul", le bouton devient accessible : il permet de modifier le groupe de points de calcul sélectionné.

D.3.5.2.1. Points de calcul situés le long d'un segment

Cet assistant permet de générer automatiquement des points de calcul alignés sur un segment [A, B].

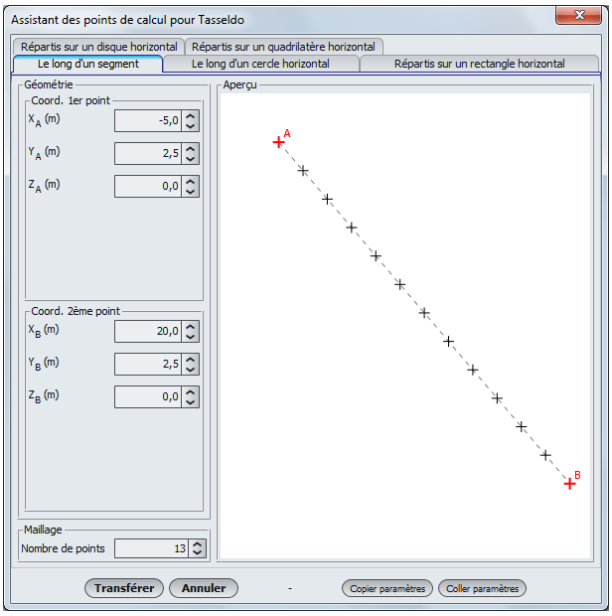


Figure D.23 : Points de calcul situés le long d'un segment

Les paramètres à compléter sont les suivants :

Désignation	**Unité**	**Valeur par défaut**	**Condition d'affichage**	**Valeur obligatoire**	**Contrôles locaux**
Point A (X_A, Y_A, Z_A) : Coordonnées du point A	m	-	Toujours	Oui	Les 2 points doivent être distincts
Point B (X_B, Y_B, Z_B) : Coordonnées du point B	m	-	Toujours	Oui	
Nombre de points	-	10	Toujours	Oui	≥ 2

Tableau D.8 : Paramètres pour la définition des points de calcul situés le long d'un segment

Lorsque les données de l'assistant sont complétées, cliquer sur le bouton Transférer : les points générés sont alors automatiquement copiés dans le tableau des points de calcul situé sur l'onglet "Calcul" :

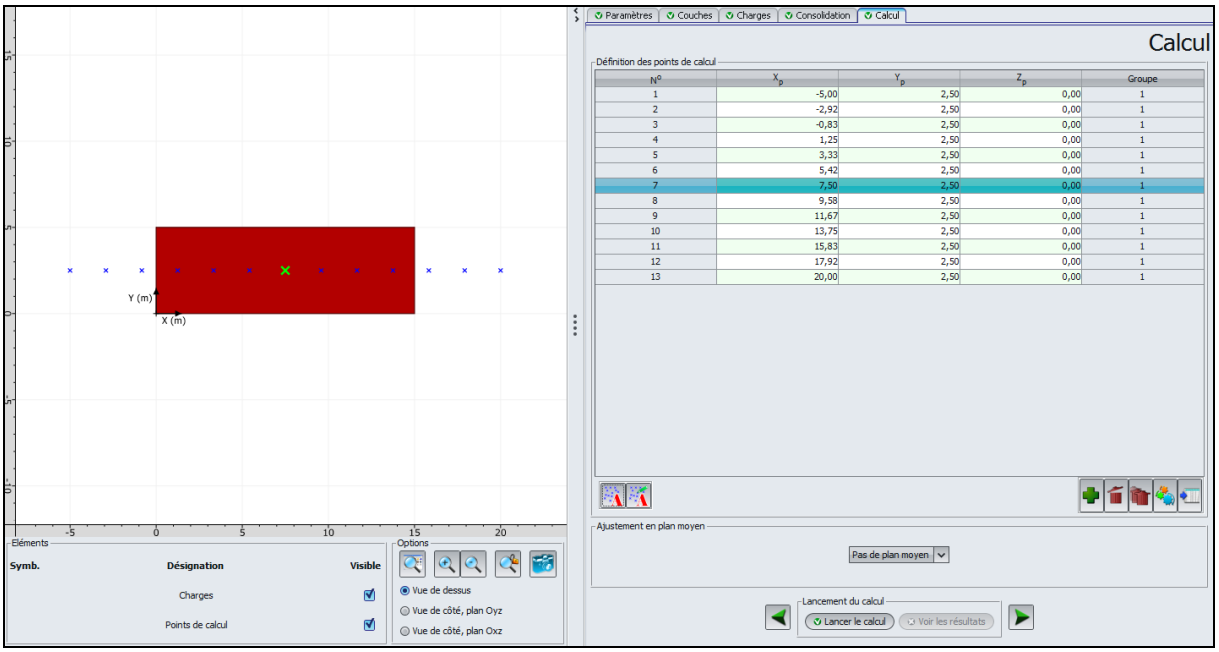


Figure D.24 : Valeurs calculées : Points de calcul situés le long d'un segment

D.3.5.2.2. Points de calcul situés le long d'un cercle horizontal

Cet assistant permet de définir automatiquement des points de calcul alignés le long d'un cercle de centre A.

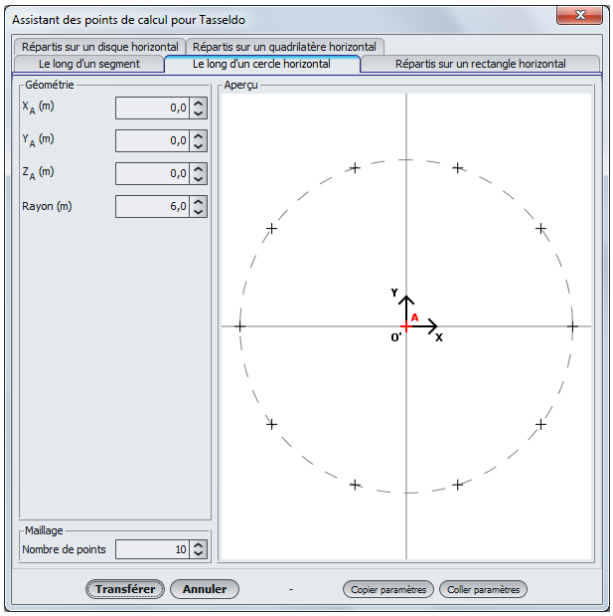


Figure D.25 : Points de calcul situés le long d'un cercle horizontal

Les paramètres à compléter sont les suivants :

Désignation	**Unité**	**Valeur par défaut**	**Condition d'affichage**	**Valeur obligatoire**	**Contrôles locaux**
Point A (X_A, Y_A, Z_A)	m	-	Toujours	Oui	
Rayon du cercle	m	-	Toujours	Oui	> 0
Nombre de points	-	10	Toujours	Oui	≥ 2

Tableau D.9 : Paramètres pour la définition des points de calcul situés le long d'un cercle horizontal

Lorsque les données de l'assistant sont complétées, cliquer sur le bouton **Transférer** : les points générés sont alors automatiquement copiés dans le tableau des points de calcul situé sur l'onglet "Calcul" :

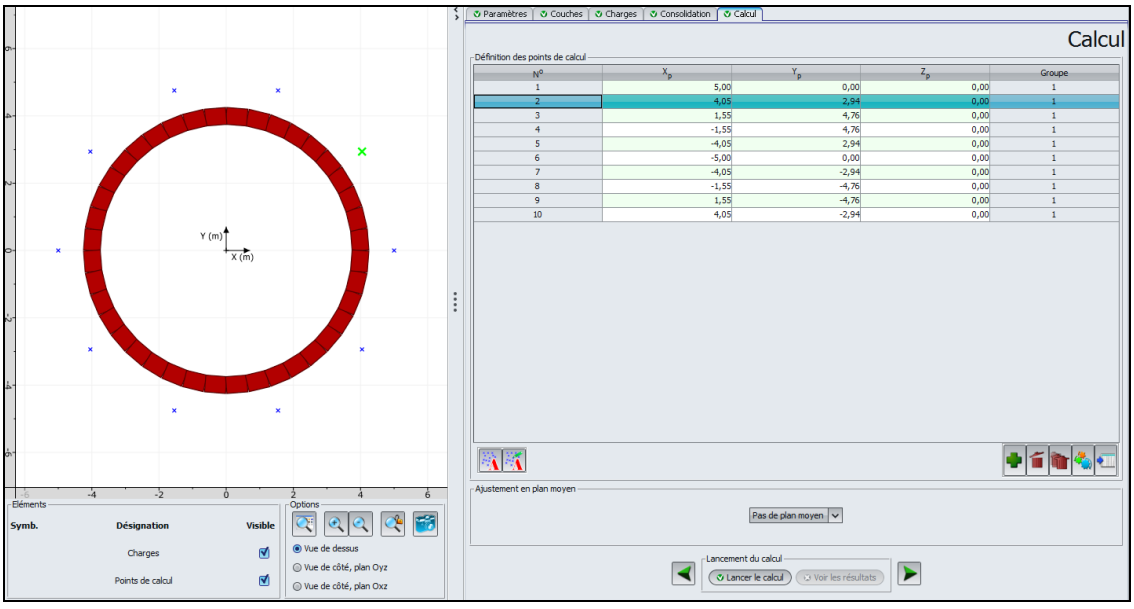


Figure D.26 : Valeurs calculées : Points de calcul situés le long d'un cercle horizontal

D.3.5.2.3. Points de calcul répartis sur un rectangle horizontal

Cet assistant permet de définir automatiquement un maillage de points de calcul répartis sur un rectangle horizontal [A, B, C, D].

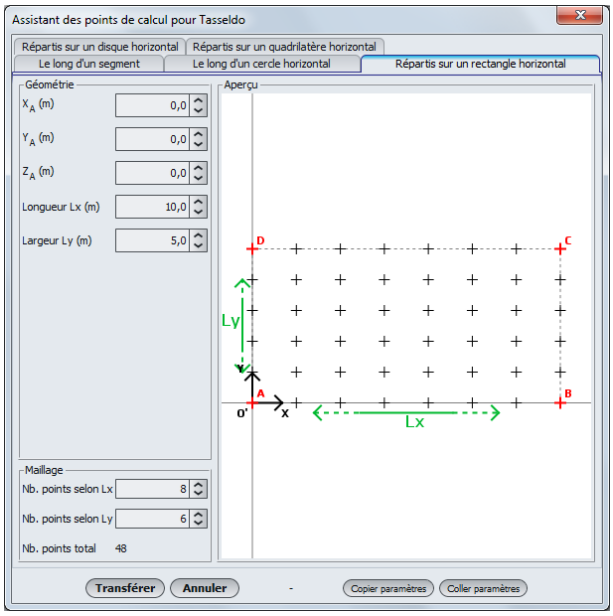


Figure D.27 : Points de calcul répartis sur un rectangle horizontal

Les paramètres à compléter sont les suivants :

Désignation	Unité	Valeur par défaut	Condition d'affichage	Valeur obligatoire	Contrôles locaux
Point A (X_A, Y_A, Z_A)	m	-	Toujours	Oui	-
L_x : longueur du rectangle	m	-	Toujours	Oui	> 0
L_y : largeur du rectangle	m	-	Toujours	Oui	> 0
Nombre de points selon L_x	-	7	Toujours	Oui	≥ 2
Nombre de points selon L_y	-	7	Toujours	Oui	≥ 2

Tableau D.10 : Paramètres pour la définition des points de calcul répartis sur un rectangle horizontal

Lorsque les données de l'assistant sont complétées, cliquer sur le bouton Transférer : les points générés sont alors automatiquement copiés dans le tableau des points de calcul situé sur l'onglet "Calcul" :

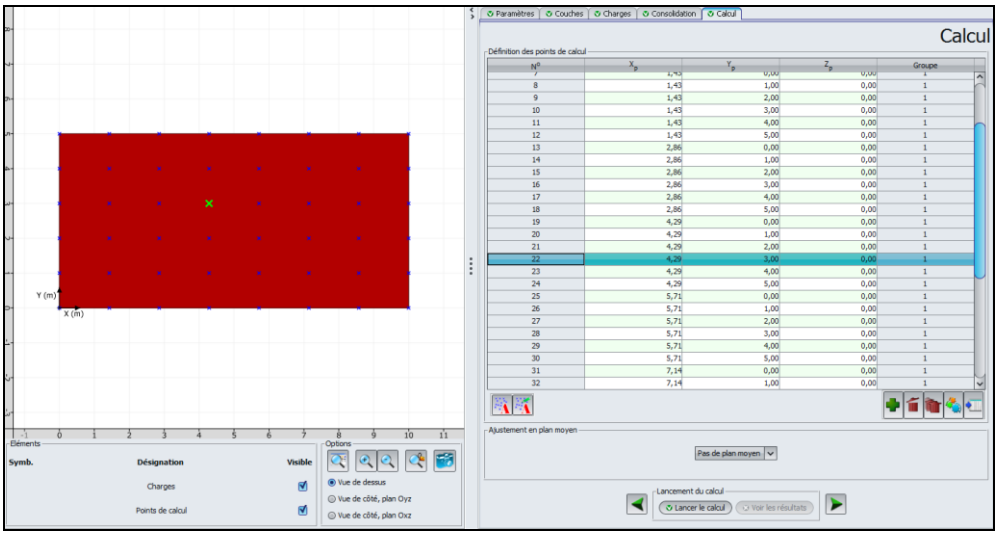


Figure D.28 : Valeurs calculées : Points de calcul répartis sur un rectangle horizontal

D.3.5.2.4. Points de calcul répartis sur un quadrilatère horizontal

Cet assistant permet de définir automatiquement des points de calcul répartis sur un quadrilatère horizontal [A, B, C, D].

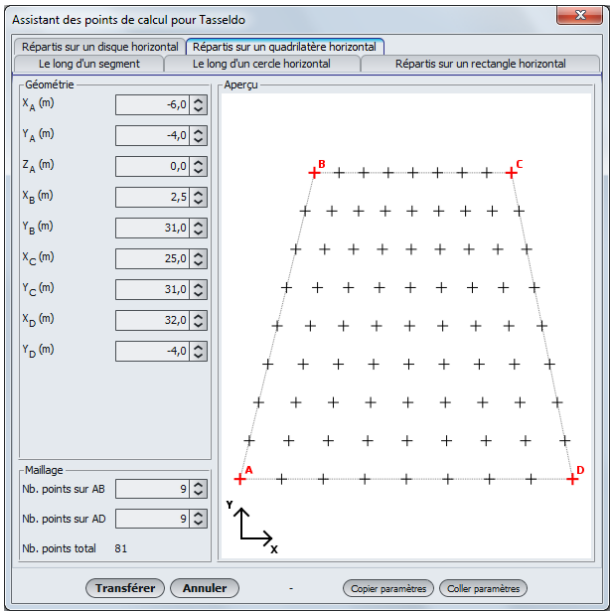


Figure D.29 : Points de calcul répartis sur un quadrilatère horizontal

Les paramètres à compléter sont les suivants :

Désignation	**Unité**	**Valeur par défaut**	**Condition d'affichage**	**Valeur obligatoire**	**Contrôles locaux**
Point A (X_A, Y_A, Z_A)	m	-	Toujours	Oui	Les 4 points doivent être distincts
Point B (X_B, Y_B)	m	-	Toujours	Oui	
Point C (X_C, Y_C)	m	-	Toujours	Oui	
Point D (X_D, Y_D)	m	-	Toujours	Oui	
Nombre de points sur AB, y compris les extrémités A et B	-	7	Toujours	Oui	≥ 2
Nombre de points sur AD, y compris les extrémités A et D	-	7	Toujours	Oui	≥ 2

Tableau D.11 : Paramètres pour la définition des points de calcul répartis sur un quadrilatère horizontal

Lorsque les données de l'assistant sont complétées, cliquer sur le bouton Transférer : les points générés sont alors automatiquement copiés dans le tableau sur l'onglet "Calcul" :

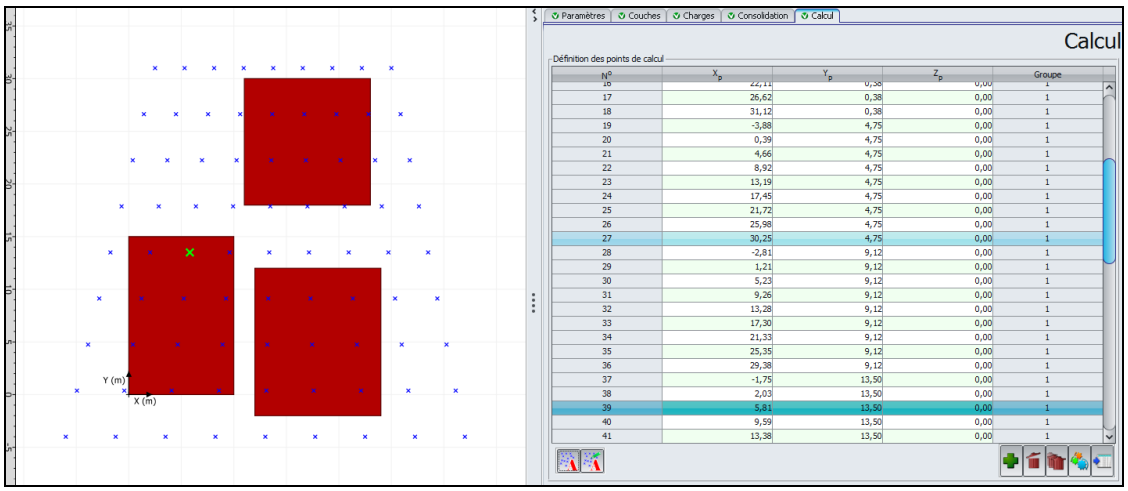


Figure D.30 : Valeurs calculées : Points de calcul répartis sur un quadrilatère horizontal

D.3.5.2.5. Points de calcul répartis sur un disque horizontal

Cet assistant permet de définir automatiquement des points de calcul répartis sur un disque de centre A.

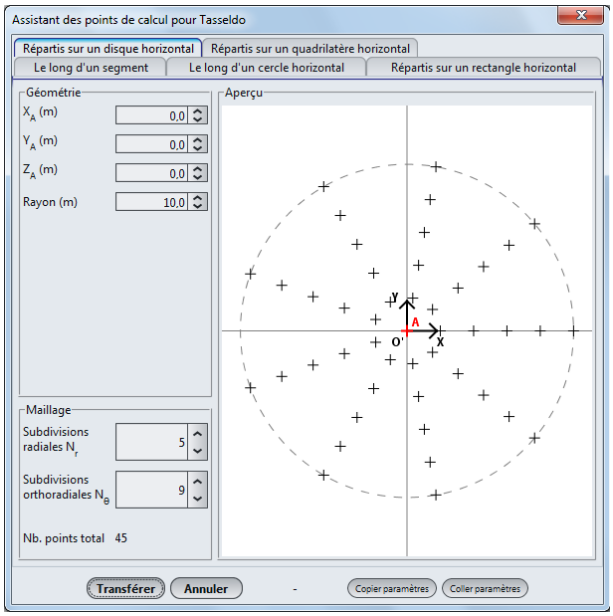


Figure D.31 : Points de calcul répartis sur un disque horizontal

Les paramètres à compléter sont les suivants :

Désignation	**Unité**	**Valeur par défaut**	**Condition d'affichage**	**Valeur obligatoire**	**Contrôles locaux**
Point A (X_A, Y_A, Z_A)	m	-	Toujours	Oui	
Rayon du disque	m	-	Toujours	Oui	> 0
N_r : nombre de subdivisions radiales (nombre de cercles)	-	5	Toujours	Oui	≥ 1
N_θ : nombre de subdivisions orthoradiales (nombre de points sur chaque cercle)	-	10	Toujours	Oui	≥ 2

Tableau D.12 : Paramètres pour la définition des points de calcul répartis sur un disque horizontal

Lorsque les données de l'assistant sont complétées, cliquer sur le bouton Transférer : les points générés sont alors automatiquement copiés dans le tableau des points de calcul situé sur l'onglet "Calcul" :

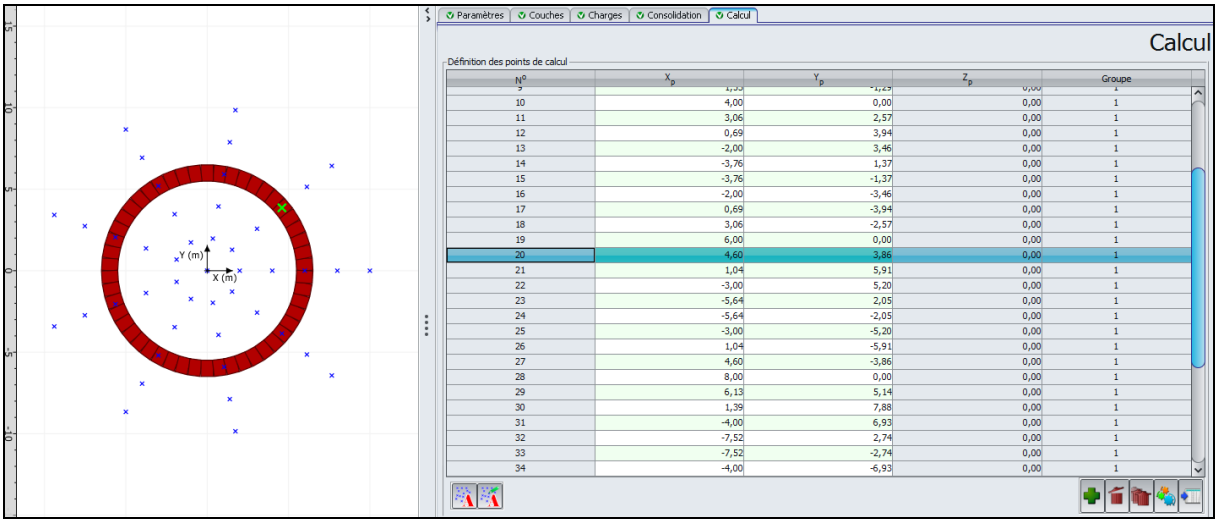


Figure D.32 : Valeurs calculées : Points de calcul situés sur un disque horizontal

D.3.5.3. Ajustement en plan moyen

La liste déroulante permet de demander (ou non) le calcul d'un plan moyen de tassement en sélectionnant le choix qui convient. Les choix possibles sont les suivants :

- **Aucun calcul de plan moyen** ;
- **Plan moyen 1D** : calcul du plan moyen sur la base du tassement élastique 1D et des points de calcul définis ;
- **Plan moyen 3D** : calcul du plan moyen sur la base du tassement élastique 3D et des points de calcul définis ;
- **Plan moyen oedo** : calcul du plan moyen sur la base du tassement oedométrique et des points de calcul définis.

D.3.6. Calcul et résultats

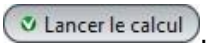
D.3.6.1. Calcul

Le calcul peut se lancer depuis n'importe quel onglet à partir du moment où les onglets sont correctement renseignés, c'est-à-dire lorsqu'ils sont tous marqués d'une croix verte (par exemple :

).

Ceux-ci sont marqués d'une croix rouge (par exemple :

) tant qu'ils ne sont pas complétés correctement (données manquantes ou non conformes aux valeurs attendues).

Pour lancer le calcul, cliquer sur le bouton 

.

D.3.6.2. Résultats

Pour afficher les résultats du calcul, cliquer sur le bouton

.
La fenêtre suivante s'affiche alors et propose les différents types de résultats accessibles après un calcul Tasseldo :

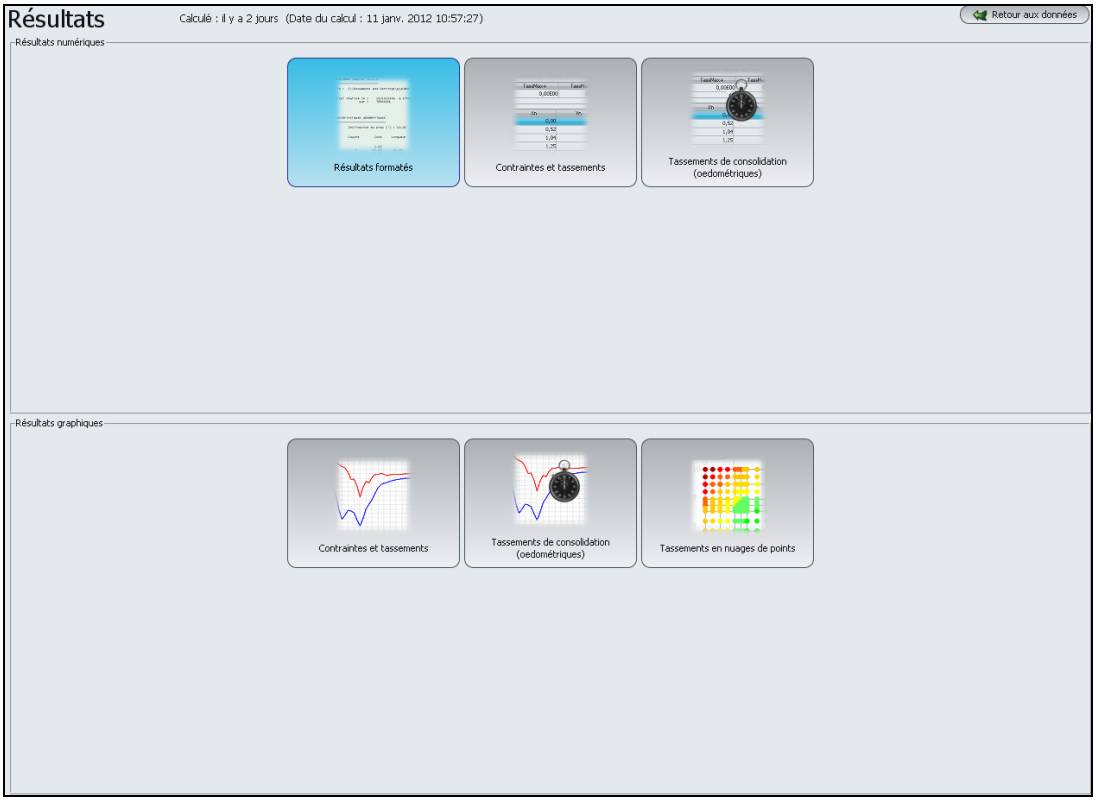

Résultats
Calculé : il y a 2 jours (Date du calcul : 11 janv. 2012 10:57:27)
Retour aux données
Résultats numériques
Résultats formatés
Contraintes et tassements
Tassements de consolidation (oedométriques)
Résultats graphiques
Contraintes et tassements
Tassements de consolidation (oedométriques)
Tassements en nuages de points

Figure D.33 : Résultats numériques et graphiques

- 3 types de résultats numériques : résultats formatés, contraintes et tassements, et tassements et consolidation (oedométriques) ;
- 3 types de résultats graphiques : contraintes et tassements, tassements et consolidation (oedométriques), tassements en nuages de points.

Cliquer sur le bouton souhaité, en fonction du format des données.

Les chapitres suivants détaillent ces différents types de résultats.

D.3.6.2.1. Résultats numériques formatés

Cette fenêtre contient une synthèse des données de calcul et des résultats :

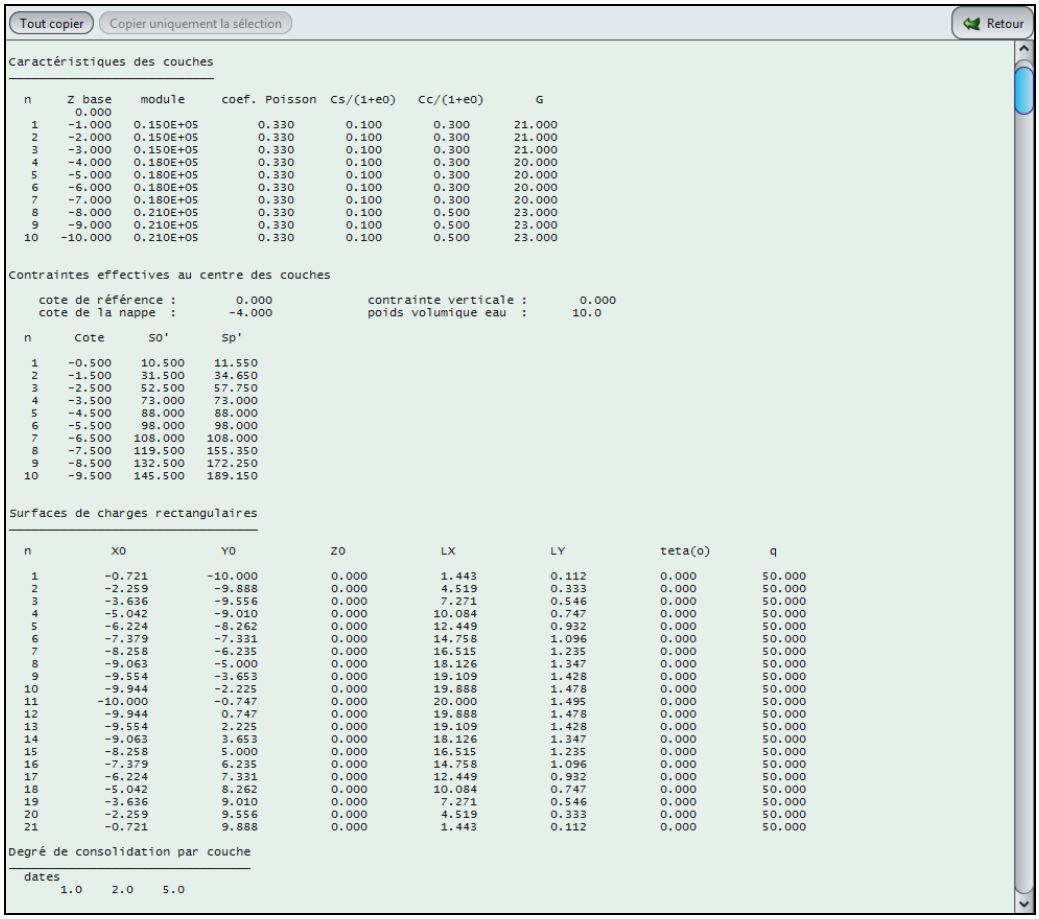
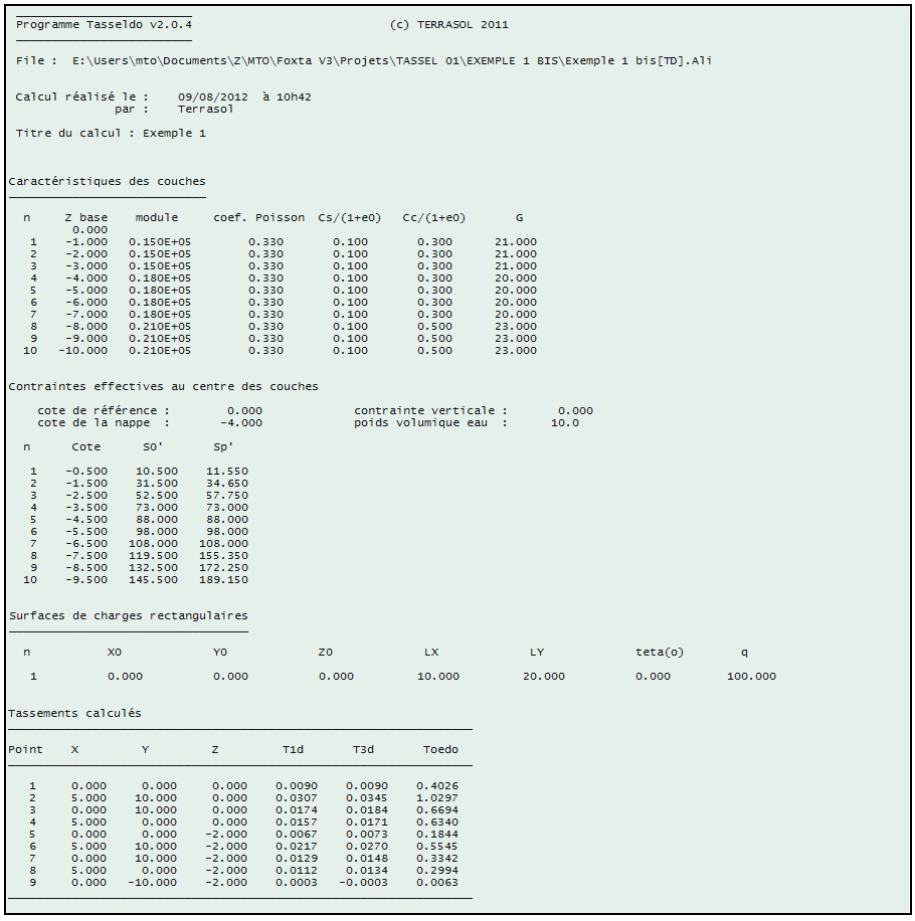


Figure D.34 : Résultats numériques : Résultats formatés – Rappel de données

Les résultats formatés contiennent :

- Un rappel des données (Figure D.34) : paramètres généraux, données de sol, chargements définis, etc. Cette section inclut également un tableau donnant les contraintes effectives σ'_0 et σ'_p au centre de chaque sous-couche (avec prise en compte de la discrétisation des couches pour définir les sous-couches) ;
- Soit les résultats en mode impression normale :
  - ✓ Le tableau synthétique des résultats pour les différents points de calcul (Figure D.35) :
    - Coordonnées (X, Y Z) du point de calcul (m)
    - T1d : valeur du tassement élastique 1D calculé au point considéré
    - T3d : valeur du tassement élastique 3D calculé au point considéré
    - Toedo : valeur du tassement oedométrique calculé au point considéré (seulement dans le cas où le calcul oedométrique a été demandé. Dans le cas contraire, la colonne ne comporte que des valeurs nulles).

Nota : les valeurs de tassements positives correspondent effectivement à des tassements (vers le bas). Les valeurs négatives correspondent à des soulèvements.



```
Programme Tasseldo v2.0.4                          (c) TERRASOL 2011

File :  E:\Users\mto\Documents\Z\MTO\Foxta V3\Projets\TASSEL 01\EXEMPLE 1 BIS\Exemple 1 bis[TD].Ali

Calcul réalisé le :    09/08/2012  à 10h42
              par :    Terrasol

Titre du calcul : Exemple 1


Caractéristiques des couches

  n     Z base     module     coef. Poisson  Cs/(1+e0)   Cc/(1+e0)       G
          0.000
  1     -1.000   0.150E+05         0.330       0.100       0.300      21.000
  2     -2.000   0.150E+05         0.330       0.100       0.300      21.000
  3     -3.000   0.150E+05         0.330       0.100       0.300      21.000
  4     -4.000   0.180E+05         0.330       0.100       0.300      20.000
  5     -5.000   0.180E+05         0.330       0.100       0.300      20.000
  6     -6.000   0.180E+05         0.330       0.100       0.300      20.000
  7     -7.000   0.180E+05         0.330       0.100       0.300      20.000
  8     -8.000   0.210E+05         0.330       0.100       0.500      23.000
  9     -9.000   0.210E+05         0.330       0.100       0.500      23.000
 10    -10.000   0.210E+05         0.330       0.100       0.500      23.000

Contraintes effectives au centre des couches

    cote de référence :        0.000            contrainte verticale :       0.000
    cote de la nappe  :       -4.000            poids volumique eau  :      10.0

  n      Cote       S0'        Sp'

  1     -0.500     10.500     11.550
  2     -1.500     31.500     34.650
  3     -2.500     52.500     57.750
  4     -3.500     73.000     73.000
  5     -4.500     88.000     88.000
  6     -5.500     98.000     98.000
  7     -6.500    108.000    108.000
  8     -7.500    119.500    155.350
  9     -8.500    132.500    172.250
 10     -9.500    145.500    189.150

Surfaces de charges rectangulaires

  n          X0          Y0          Z0          LX          LY        teta(o)       q

  1       0.000       0.000       0.000      10.000      20.000       0.000     100.000

Tassements calculés

Point    X         Y         Z         T1d       T3d       Toedo

   1     0.000     0.000     0.000     0.0090    0.0090    0.4026
   2     5.000    10.000     0.000     0.0307    0.0345    1.0297
   3     0.000    10.000     0.000     0.0174    0.0184    0.6694
   4     5.000     0.000     0.000     0.0157    0.0171    0.6340
   5     0.000     0.000    -2.000     0.0067    0.0073    0.1844
   6     5.000    10.000    -2.000     0.0217    0.0270    0.5545
   7     0.000    10.000    -2.000     0.0129    0.0148    0.3342
   8     5.000     0.000    -2.000     0.0112    0.0134    0.2994
   9     0.000   -10.000    -2.000     0.0003   -0.0003    0.0063
```

Figure D.35 : Résultats numériques : Résultats formatés – Résultats (impression normale)

- Soit les résultats en mode impression détaillée :
  - ✓ Un tableau de résultats pour chaque point de calcul (Figure D.36) :
    - Cote de calcul (m)
    - Contrainte verticale à mi-épaisseur de la (sous-)couche
    - T1d : valeur du tassement élastique 1D calculé au point considéré
    - T3d : valeur du tassement élastique 3D calculé au point considéré
    - Toedo : valeur du tassement oedométrique calculé au point considéré (seulement dans le cas où le calcul oedométrique a été demandé. Dans le cas contraire, la colonne ne comporte que des valeurs nulles).

    Ce mode d'affichage des résultats permet notamment de vérifier facilement la contribution d'une couche au tassement en un point donné.

    Nota : comme ci-dessus, les valeurs de tassements positives correspondent effectivement à des tassements (vers le bas). Les valeurs négatives correspondent à des soulèvements.

  - ✓ Le plan moyen, s'il a été demandé (Figure D.37). Cette section :
    - Donne l'équation du plan moyen calculé ;
    - Rappelle les coordonnées (X_P, Y_P) de chaque point de calcul ;
    - Rappelle dans la colonne "calculé", pour chaque point de calcul, le tassement calculé selon la méthode de calcul retenue pour le plan moyen (affichage du tassement élastique 3D si c'est le plan moyen Elastique 3D qui a été demandé, par exemple) ;
    - Donne dans la colonne "ajusté" la valeur du tassement, au même point de calcul, correspondant à la position du plan moyen de tassement.

point 1 X = 2.000 Y = 0.000

Cote	sigma-z mi-couche	tassement 1D	tassement 3D	tassement oedo
0.000	0.600E-01	0.270E-05	-0.948E-04	0.248E-03
-1.000	0.128E+01	0.574E-04	-0.160E-03	0.172E-02
-2.000	0.394E+01	0.177E-03	-0.275E-04	0.315E-02
-3.000	0.669E+01	0.251E-03	0.151E-03	0.114E-01
-4.000	0.860E+01	0.322E-03	0.300E-03	0.121E-01
-5.000	0.958E+01	0.359E-03	0.397E-03	0.121E-01
-6.000	0.985E+01	0.369E-03	0.448E-03	0.114E-01
-7.000	0.965E+01	0.310E-03	0.399E-03	0.337E-02
-8.000	0.920E+01	0.296E-03	0.395E-03	0.292E-02
-9.000	0.861E+01	0.277E-03	0.380E-03	0.250E-02
-10.000	0.861E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
Total		0.242E-02	0.219E-02	0.610E-01

date	tassement
1.0	0.05181
2.0	0.05752
5.0	0.06444

point 2 X = 1.532 Y = 1.286

Cote	sigma-z mi-couche	tassement 1D	tassement 3D	tassement oedo
0.000	0.600E-01	0.270E-05	-0.948E-04	0.248E-03
-1.000	0.128E+01	0.574E-04	-0.160E-03	0.172E-02
-2.000	0.394E+01	0.177E-03	-0.275E-04	0.315E-02
-3.000	0.669E+01	0.251E-03	0.151E-03	0.114E-01
-4.000	0.860E+01	0.322E-03	0.300E-03	0.121E-01
-5.000	0.958E+01	0.359E-03	0.397E-03	0.121E-01
-6.000	0.985E+01	0.369E-03	0.448E-03	0.114E-01
-7.000	0.965E+01	0.310E-03	0.399E-03	0.337E-02
-8.000	0.920E+01	0.296E-03	0.395E-03	0.292E-02
-9.000	0.861E+01	0.277E-03	0.380E-03	0.250E-02
-10.000	0.861E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
Total		0.242E-02	0.219E-02	0.610E-01

date	tassement
1.0	0.05181
2.0	0.05752
5.0	0.06444

Figure D.36 : Résultats numériques : Résultats formatés – Résultats (impression détaillée)

Plan ajusté sur la déformée

T1d =-0.137E-08* Xp + 0.826E-13* Yp + 0.379E-02

azimuth /axe X (°): 0.00
pente maxi : -0.137E-08

Point	Xp	Yp	calculé	ajusté
1	2.000	0.000	0.0024	0.0038
2	1.532	1.286	0.0024	0.0038
3	0.347	1.970	0.0024	0.0038
4	-1.000	1.732	0.0024	0.0038
5	-1.879	0.684	0.0024	0.0038
6	-1.879	-0.684	0.0024	0.0038
7	-1.000	-1.732	0.0024	0.0038
8	0.347	-1.970	0.0024	0.0038
9	1.532	-1.286	0.0024	0.0038
10	4.000	0.000	0.0037	0.0038
11	3.064	2.571	0.0037	0.0038
12	0.695	3.939	0.0037	0.0038
13	-2.000	3.464	0.0037	0.0038
14	-3.759	1.368	0.0037	0.0038
15	-3.759	-1.368	0.0037	0.0038
16	-2.000	-3.464	0.0037	0.0038
17	0.695	-3.939	0.0037	0.0038
18	3.064	-2.571	0.0037	0.0038
19	6.000	0.000	0.0095	0.0038
20	4.596	3.857	0.0095	0.0038
21	1.042	5.909	0.0095	0.0038
22	-3.000	5.196	0.0095	0.0038
23	-5.638	2.052	0.0095	0.0038
24	-5.638	-2.052	0.0095	0.0038
25	-3.000	-5.196	0.0095	0.0038
26	1.042	-5.909	0.0095	0.0038
27	4.596	-3.857	0.0095	0.0038
28	8.000	0.000	0.0025	0.0038
29	6.128	5.142	0.0025	0.0038
30	1.389	7.878	0.0025	0.0038
31	-4.000	6.928	0.0025	0.0038
32	-7.518	2.736	0.0025	0.0038
33	-7.518	-2.736	0.0025	0.0038
34	-4.000	-6.928	0.0025	0.0038
35	1.389	-7.878	0.0025	0.0038
36	6.128	-5.142	0.0025	0.0038
37	10.000	0.000	0.0010	0.0038
38	7.660	6.428	0.0010	0.0038
39	1.736	9.848	0.0010	0.0038
40	-5.000	8.660	0.0010	0.0038
41	-9.397	3.420	0.0010	0.0038
42	-9.397	-3.420	0.0010	0.0038
43	-5.000	-8.660	0.0010	0.0038
44	1.736	-9.848	0.0010	0.0038
45	7.660	-6.428	0.0010	0.0038
46	0.000	0.000	0.0021	0.0038

Figure D.37 : Résultats numériques : Résultats formatés – Résultats (plan ajusté)

D.3.6.2.2. Résultats numériques - Contraintes et Tassements

Ce tableau contient les contraintes et tassements au droit des points de calcul, en fonction de la cote Z (m) :

Désignation	**Unité**	**Condition d'affichage**
N° point de calcul (coordonnées du point)	-	Toujours
Z : cote	m	Toujours
$\Delta\sigma_V$: Supplément de contrainte verticale	kPa	Toujours
Tassement 1D : tassement élastique unidimensionnel	m	Toujours
Tassement 3D : tassement élastique tridimensionnel	m	Toujours
Tassement oedo(métrique)	m	Seulement si le calcul oedométrique à été demandé

Tableau D.13 : Détail des résultats numériques (contraintes et tassements)

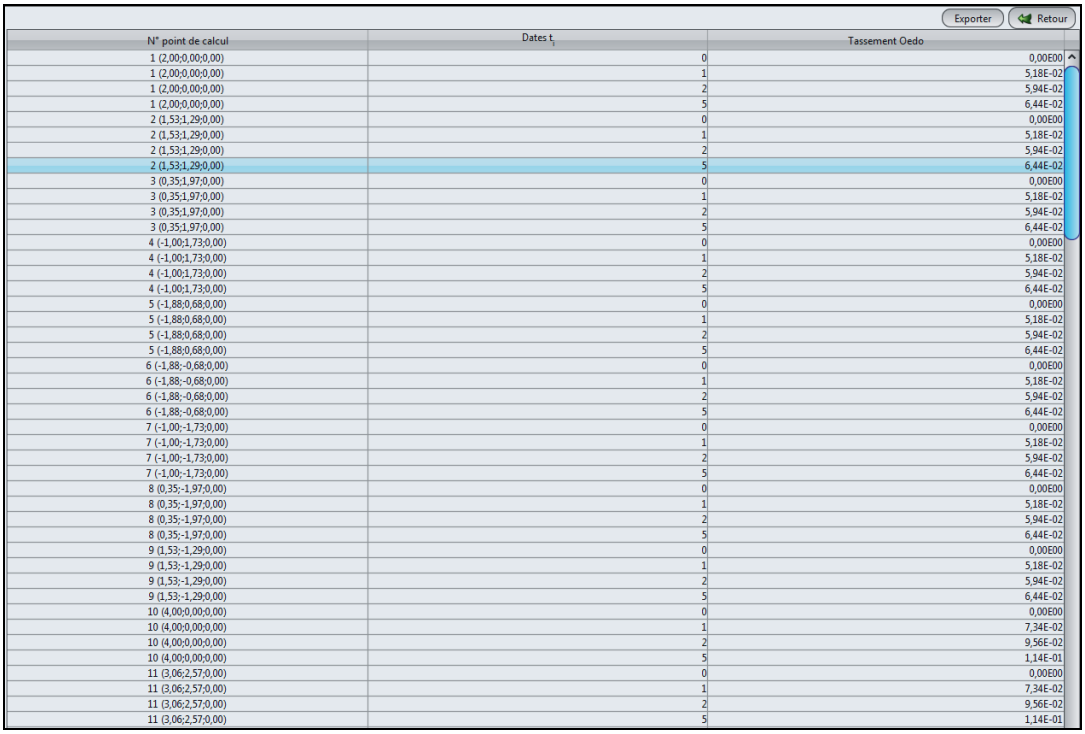
Exporter Retour

N° point de calcul	Z	$\Delta\sigma_v$	Tassement 1D	Tassement 3D	Tassement Oedo
1 (0,00;0,00;0,00)	0,00	49,99	1,70E-02	1,84E-02	6,62E-01
1 (0,00;0,00;0,00)	-1,00	49,99	1,48E-02	1,67E-02	4,42E-01
1 (0,00;0,00;0,00)	-1,00	49,84	1,48E-02	1,67E-02	4,42E-01
1 (0,00;0,00;0,00)	-2,00	49,84	1,25E-02	1,48E-02	3,26E-01
1 (0,00;0,00;0,00)	-2,00	49,29	1,25E-02	1,48E-02	3,26E-01
1 (0,00;0,00;0,00)	-3,00	49,29	1,03E-02	1,26E-02	2,48E-01
1 (0,00;0,00;0,00)	-3,00	48,20	1,03E-02	1,26E-02	2,48E-01
1 (0,00;0,00;0,00)	-4,00	48,20	8,50E-03	1,07E-02	1,82E-01
1 (0,00;0,00;0,00)	-4,00	46,55	8,50E-03	1,07E-02	1,82E-01
1 (0,00;0,00;0,00)	-5,00	46,55	6,75E-03	8,70E-03	1,27E-01
1 (0,00;0,00;0,00)	-5,00	44,41	6,75E-03	8,70E-03	1,27E-01
1 (0,00;0,00;0,00)	-6,00	44,41	5,08E-03	6,68E-03	7,84E-02
1 (0,00;0,00;0,00)	-6,00	41,92	5,08E-03	6,68E-03	7,84E-02
1 (0,00;0,00;0,00)	-7,00	41,92	3,51E-03	4,70E-03	3,56E-02
1 (0,00;0,00;0,00)	-7,00	39,21	3,51E-03	4,70E-03	3,56E-02
1 (0,00;0,00;0,00)	-8,00	39,21	2,25E-03	3,05E-03	1,96E-02
1 (0,00;0,00;0,00)	-8,00	36,43	2,25E-03	3,05E-03	1,96E-02
1 (0,00;0,00;0,00)	-9,00	36,43	1,08E-03	1,48E-03	9,04E-03
1 (0,00;0,00;0,00)	-9,00	33,68	1,08E-03	1,48E-03	9,04E-03
1 (0,00;0,00;0,00)	-10,00	33,68	-1,52E-18	1,95E-18	3,99E-17
2 (0,00;1,67;0,00)	0,00	49,99	1,69E-02	1,83E-02	6,60E-01
2 (0,00;1,67;0,00)	-1,00	49,99	1,47E-02	1,66E-02	4,40E-01
2 (0,00;1,67;0,00)	-1,00	49,82	1,47E-02	1,66E-02	4,40E-01
2 (0,00;1,67;0,00)	-2,00	49,82	1,24E-02	1,47E-02	3,24E-01
2 (0,00;1,67;0,00)	-2,00	49,22	1,24E-02	1,47E-02	3,24E-01
2 (0,00;1,67;0,00)	-3,00	49,22	1,02E-02	1,25E-02	2,46E-01
2 (0,00;1,67;0,00)	-3,00	48,04	1,02E-02	1,25E-02	2,46E-01
2 (0,00;1,67;0,00)	-4,00	48,04	8,41E-03	1,06E-02	1,80E-01
2 (0,00;1,67;0,00)	-4,00	46,29	8,41E-03	1,06E-02	1,80E-01
2 (0,00;1,67;0,00)	-5,00	46,29	6,68E-03	8,61E-03	1,26E-01
2 (0,00;1,67;0,00)	-5,00	44,06	6,68E-03	8,61E-03	1,26E-01
2 (0,00;1,67;0,00)	-6,00	44,06	5,02E-03	6,60E-03	7,71E-02
2 (0,00;1,67;0,00)	-6,00	41,49	5,02E-03	6,60E-03	7,71E-02
2 (0,00;1,67;0,00)	-7,00	41,49	3,47E-03	4,64E-03	3,48E-02
2 (0,00;1,67;0,00)	-7,00	38,74	3,47E-03	4,64E-03	3,48E-02
2 (0,00;1,67;0,00)	-8,00	38,74	2,22E-03	3,01E-03	1,94E-02
2 (0,00;1,67;0,00)	-8,00	35,95	2,22E-03	3,01E-03	1,94E-02
2 (0,00;1,67;0,00)	-9,00	35,95	1,07E-03	1,46E-03	8,93E-03
2 (0,00;1,67;0,00)	-9,00	33,21	1,07E-03	1,46E-03	8,93E-03
2 (0,00;1,67;0,00)	-10,00	33,21	1,30E-18	1,52E-18	1,74E-18
3 (0,00;3,33;0,00)	0,00	49,99	1,66E-02	1,80E-02	6,52E-01
3 (0,00;3,33;0,00)	-1,00	49,99	1,44E-02	1,64E-02	4,33E-01
3 (0,00;3,33;0,00)	-1,00	49,75	1,44E-02	1,64E-02	4,33E-01
3 (0,00;3,33;0,00)	-2,00	49,75	1,21E-02	1,44E-02	3,18E-01
3 (0,00;3,33;0,00)	-2,00	48,96	1,21E-02	1,44E-02	3,18E-01

Figure D.38 : Résultats numériques : Contraintes et tassements

D.3.6.2.3. Résultats numériques - Tassement de consolidation (oedométriques)

Le tableau ne contient des résultats que si un calcul avec oedométrique avec consolidation a été effectué.



N° point de calcul	Dates t_i	Tassement Oedo
1 (2,00;0,00;0,00)	0	0,00E00
1 (2,00;0,00;0,00)	1	5,18E-02
1 (2,00;0,00;0,00)	2	5,94E-02
1 (2,00;0,00;0,00)	5	6,44E-02
2 (1,53;1,29;0,00)	0	0,00E00
2 (1,53;1,29;0,00)	1	5,18E-02
2 (1,53;1,29;0,00)	2	5,94E-02
2 (1,53;1,29;0,00)	5	6,44E-02
3 (0,35;1,97;0,00)	0	0,00E00
3 (0,35;1,97;0,00)	1	5,18E-02
3 (0,35;1,97;0,00)	2	5,94E-02
3 (0,35;1,97;0,00)	5	6,44E-02
4 (-1,00;1,73;0,00)	0	0,00E00
4 (-1,00;1,73;0,00)	1	5,18E-02
4 (-1,00;1,73;0,00)	2	5,94E-02
4 (-1,00;1,73;0,00)	5	6,44E-02
5 (-1,88;0,68;0,00)	0	0,00E00
5 (-1,88;0,68;0,00)	1	5,18E-02
5 (-1,88;0,68;0,00)	2	5,94E-02
5 (-1,88;0,68;0,00)	5	6,44E-02
6 (-1,88;-0,68;0,00)	0	0,00E00
6 (-1,88;-0,68;0,00)	1	5,18E-02
6 (-1,88;-0,68;0,00)	2	5,94E-02
6 (-1,88;-0,68;0,00)	5	6,44E-02
7 (-1,00;-1,73;0,00)	0	0,00E00
7 (-1,00;-1,73;0,00)	1	5,18E-02
7 (-1,00;-1,73;0,00)	2	5,94E-02
7 (-1,00;-1,73;0,00)	5	6,44E-02
8 (0,35;-1,97;0,00)	0	0,00E00
8 (0,35;-1,97;0,00)	1	5,18E-02
8 (0,35;-1,97;0,00)	2	5,94E-02
8 (0,35;-1,97;0,00)	5	6,44E-02
9 (1,53;-1,29;0,00)	0	0,00E00
9 (1,53;-1,29;0,00)	1	5,18E-02
9 (1,53;-1,29;0,00)	2	5,94E-02
9 (1,53;-1,29;0,00)	5	6,44E-02
10 (4,00;0,00;0,00)	0	0,00E00
10 (4,00;0,00;0,00)	1	7,34E-02
10 (4,00;0,00;0,00)	2	9,56E-02
10 (4,00;0,00;0,00)	5	1,14E-01
11 (3,06;2,57;0,00)	0	0,00E00
11 (3,06;2,57;0,00)	1	7,34E-02
11 (3,06;2,57;0,00)	2	9,56E-02
11 (3,06;2,57;0,00)	5	1,14E-01

Figure D.39 : Résultats numériques : Tassements de consolidation (oedométriques)

Désignation	**Unité**	**Condition d'affichage**
N° point de calcul (coordonnées du point)	-	Toujours
Date t_i : dates de consolidation (telles que saisies dans les données)	-	Toujours
Tassement oedo : tassement oedométrique à la date considérée (fonction du taux de consolidation des différentes couches)	m	Toujours

Tableau D.14 : Détail des résultats numériques : Tassements de consolidation (oedométriques)

D.3.6.2.4. Résultats graphiques - Contraintes et Tassements

Les courbes présentent les mêmes résultats que ceux décrits dans le tableau correspondant (résultats numériques, chapitre D.3.6.2.2).

Là aussi, il est possible de sélectionner/désélectionner plusieurs points de calcul dans la liste à gauche : les courbes correspondant aux points sélectionnés sont alors superposées sur le graphique. Il faut utiliser la touche "Shift" du clavier pour pouvoir sélectionner plusieurs points.

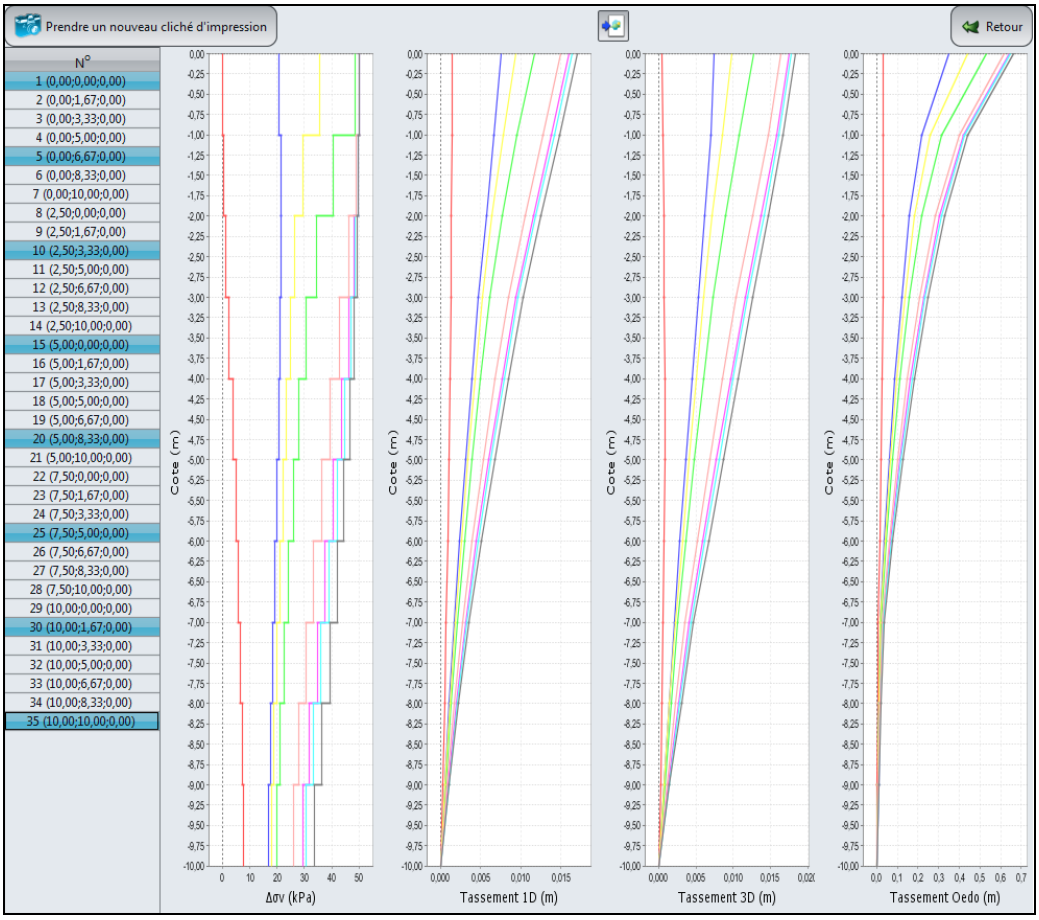


Figure D.40 : Résultats graphiques : Contraintes et tassements

*Edition juillet 2012 - **Copyright © Foxta v3 - 2011***

D.3.6.2.5. Résultats graphiques - Tassements de consolidation (oedométriques)

Les courbes présentent les mêmes résultats que ceux décrits dans le tableau correspondant (résultats numériques, chapitre D.3.6.2.3).

Là aussi, il est possible de sélectionner/désélectionner plusieurs points de calcul dans la liste à gauche : les courbes correspondant aux points sélectionnés sont alors superposées sur le graphique.

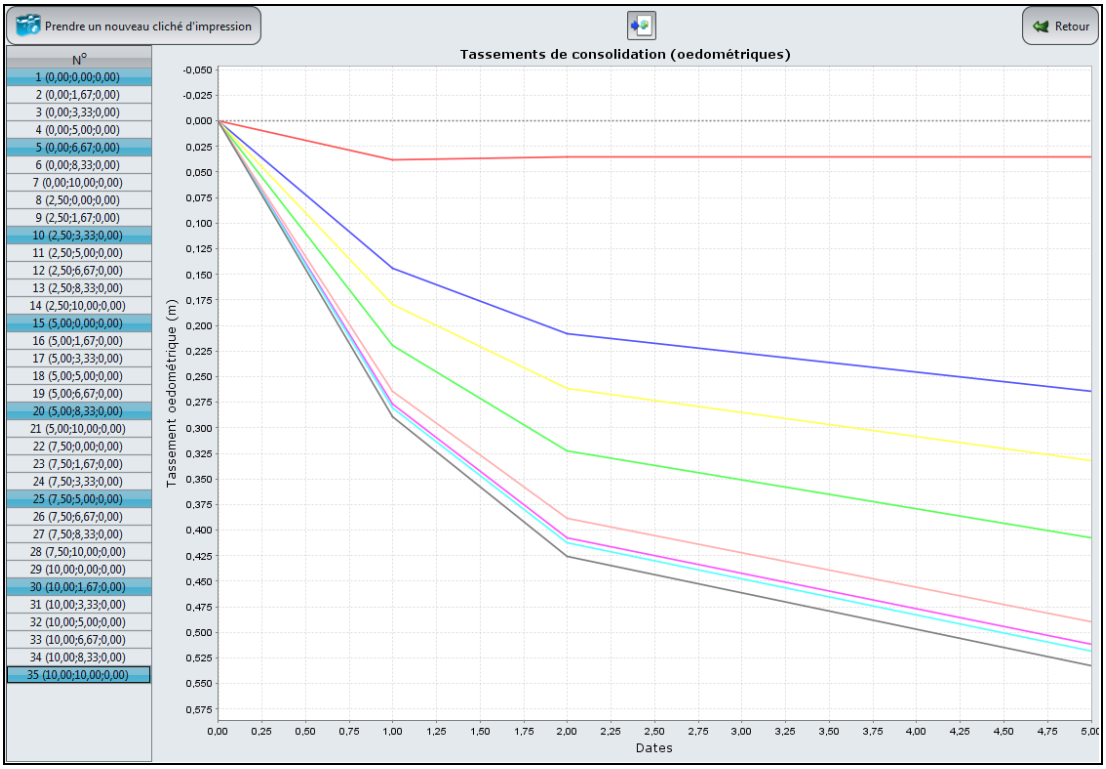


Figure D.41 : Résultats graphiques : Tassement de consolidation oedométrique

D.3.6.2.6. Résultats graphiques -Tassements en nuages de points

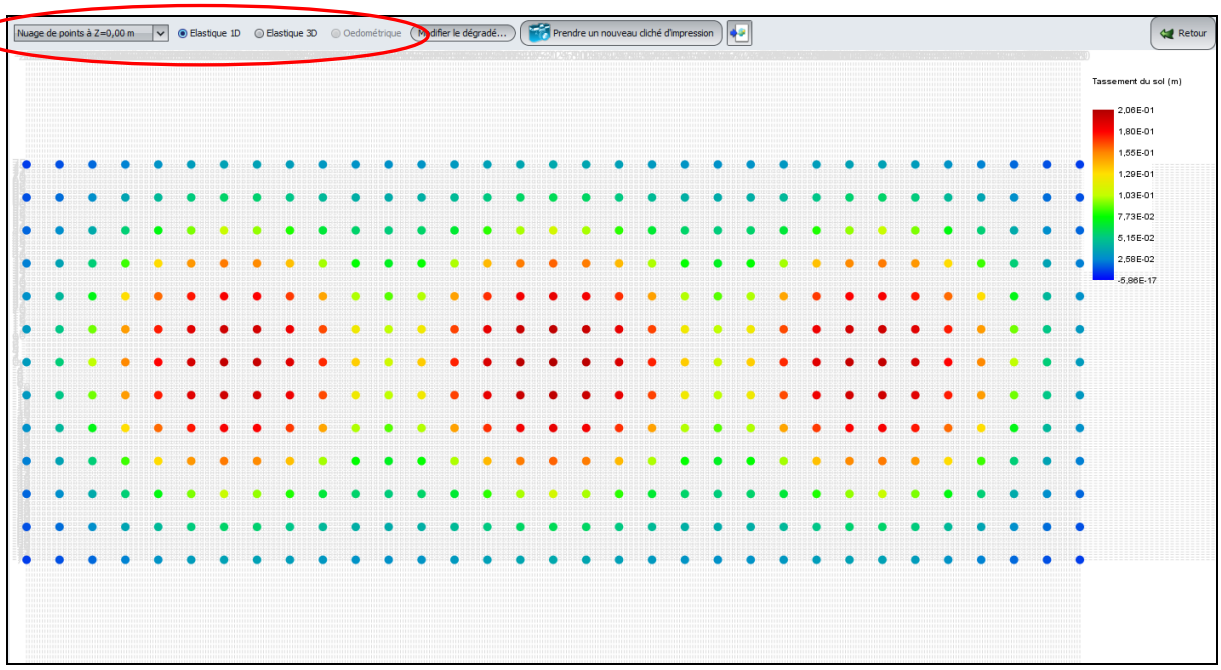


Figure D.42 : Résultats graphiques : Tassements à Z donnée

Cette fenêtre permet de visualiser l'intensité des tassements pour une cote Z donnée.

Dans le bandeau en haut de la fenêtre, il est possible de sélectionner :

- La cote choisie
- Le type de tassement à afficher : Elastique 1D, Elastique 3D ou Oedométrique (si disponible).

Dans l'exemple présenté ci-dessus, les bulles en couleurs illustrent la répartition des valeurs de tassement élastique 1D dans le plan (OXY) à la cote Z = 0,00.

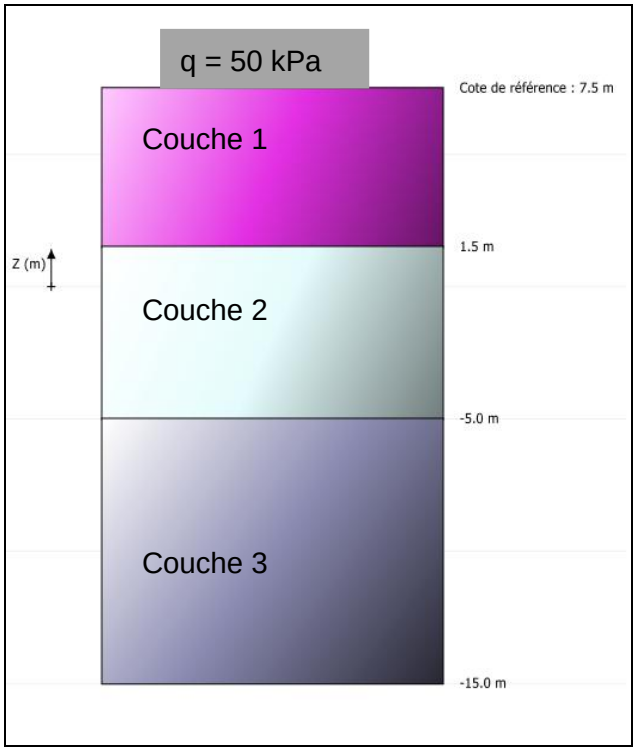
D.4. EXEMPLES DE CALCUL

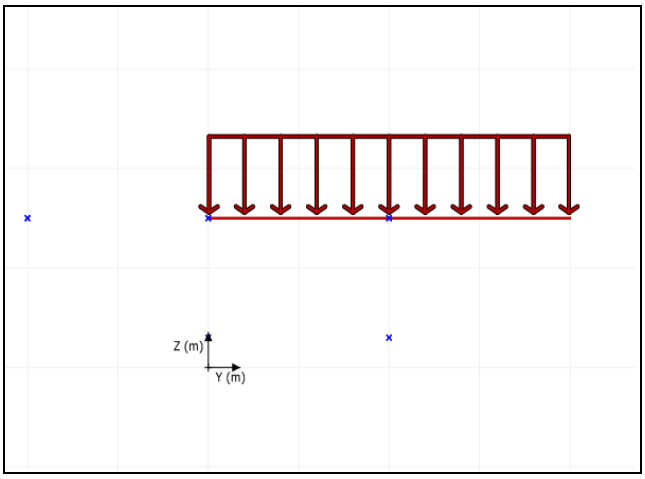
D.4.1. Exemple 1

D.4.1.1. Introduction

Le premier exemple s'organise en deux parties :

- Calcul du tassement unidimensionnel et tridimensionnel de trois couches de sol sous l'action d'une charge rectangulaire
- Puis calcul du tassement oedométrique dans les mêmes conditions.



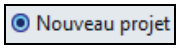


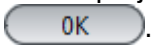
D.4.1.2. Saisie des données

A l'ouverture de l'application, Foxta propose :

- de créer un nouveau projet ;
- d'ouvrir un projet existant ;
- d'ouvrir automatiquement le dernier projet utilisé.

Dans le cas de cet exemple :

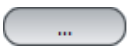
- choisir de créer un nouveau projet en sélectionnant le radio-bouton 

;
- Cliquer sur le bouton 

.

D.4.1.2.1. Assistant Nouveau projet : Nouveau projet

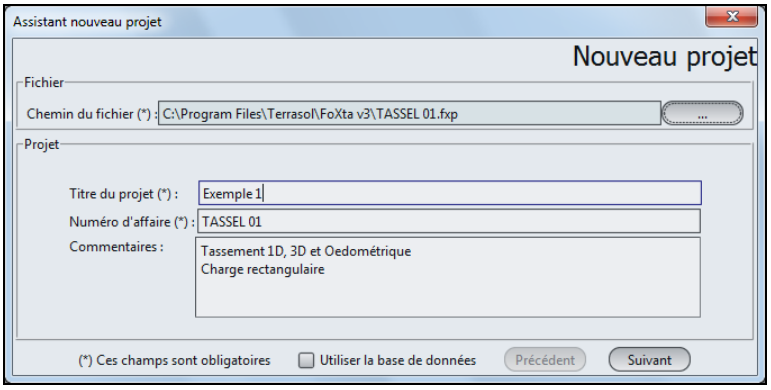
Cadre "Fichier"

- Renseigner le chemin du projet en cliquant sur le bouton 

;
- Donner un nom au fichier et l'enregistrer.

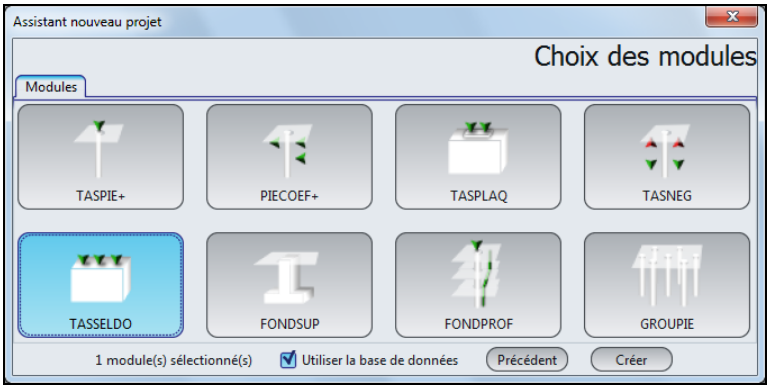
Cadre "Projet"

- Donner un titre au projet ;
- Saisir un numéro d'affaire ;
- Compléter avec un commentaire si besoin ;
- Laisser la case "Utiliser la base de données" décochée (nous n'utiliserons pas la base de données pour cet exemple), et cliquer sur le bouton Suivant.



D.4.1.2.2. Assistant Nouveau projet : Choix des modules

Dans la fenêtre "Choix des modules", sélectionner le module Tasseldo puis cliquer sur le bouton Créer.



La fenêtre Tasseldo apparaît.

Il convient de compléter les différents onglets de données proposés.

D.4.1.2.3. Onglet Paramètres

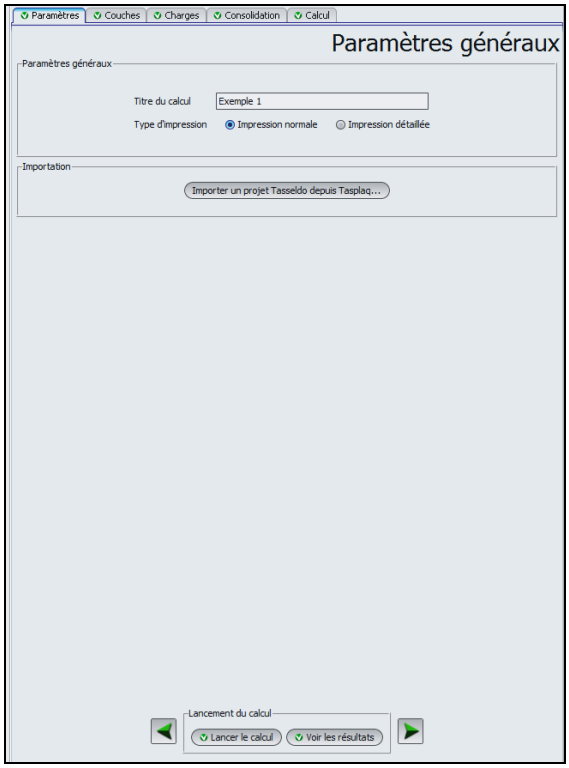
Cet onglet contient deux cadres :

Cadre "Paramètre généraux" :

- Titre du calcul Tasseldo : pour cet exemple, on notera par exemple "Exemple 1" ;
- Type d'impression (normal ou détaillé) : on se contentera pour cet exemple d'une impression normale.

Cadre "Importation" :

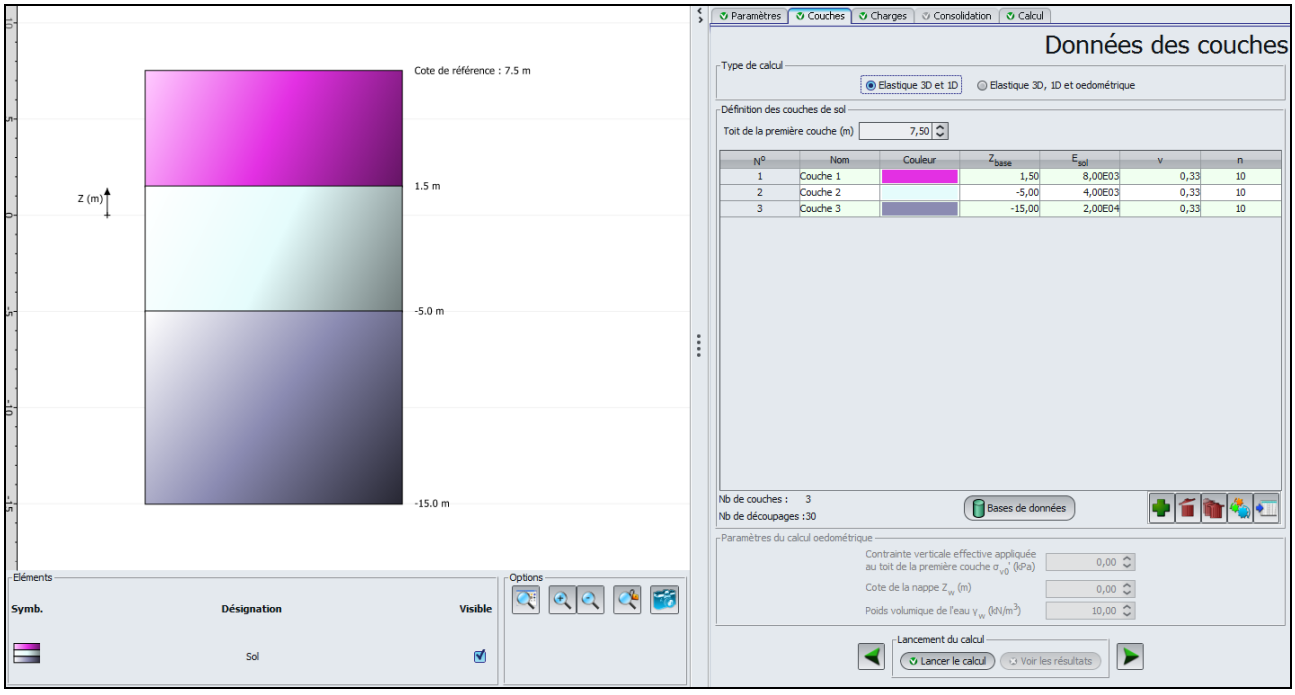
Il est possible d'importer un projet depuis le module Tasplaq, mais nous n'utiliserons pas cette option pour cet exemple.



Pour passer à l'onglet suivant, cliquer soit sur le nom de l'onglet "Couches", soit sur le bouton .

D.4.1.2.4. Onglet "Couches"

Cet onglet concerne la définition des couches de sols.



Cadre "Type de Calcul" :

Conserver ici le choix par défaut "Elastique 3D et 1D".

Cadre "Définition des couches de sol" :

Conserver le toit de la première couche à la cote 7,50 m.

Créer ensuite trois couches de sol en cliquant sur le bouton pour ajouter chacune des couches.

Les données à saisir sont les suivantes :

Nom	**Z_{base} (m)**	**E_{sol} (kPa)**	**ν**	**n**
Couche 1	1.5	8000	0.33	10
Couche 2	-5.0	4000	0.33	10
Couche 3	-15	20000	0.33	10

Nota : la discrétisation choisie permet ici de créer des "sous-couches" de 50 cm à un mètre d'épaisseur.

Le dessin dans la partie gauche de l'écran fait apparaître les couches définies.

Tasseldo permet d'enregistrer ces couches de sol dans la base de données du projet et/ou dans la base de données globale des sols en cliquant sur le bouton Bases de données.

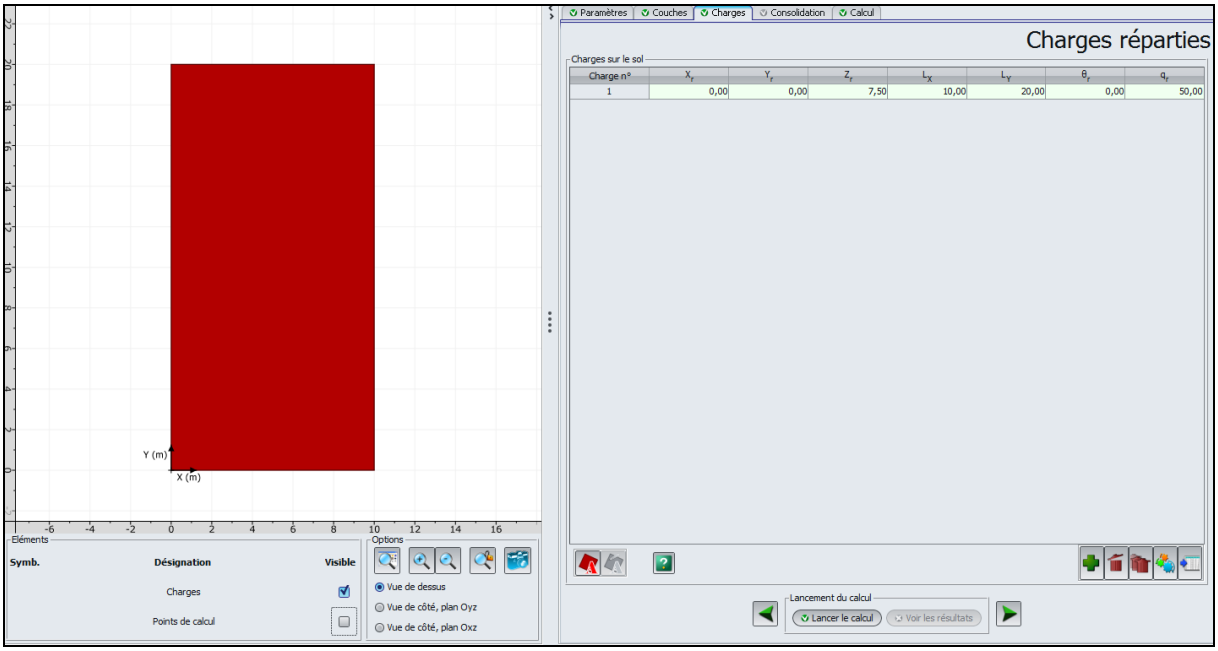
Ceci permet d'enregistrer les couches de sol avec leurs paramètres afin d'éviter de les ressaisir lors de l'utilisation d'un autre module pour le même projet Foxta, ou de la création d'un autre projet Foxta.

La base de données ne sera pas utilisée dans le cadre de cet exemple, mais son utilisation est décrite en détail dans la partie C du manuel.

Cadre "Paramètres du calcul oedométrique" :

Il n'est pas accessible ici car nous nous limitons dans cette première partie aux calculs élastiques (cf le choix du type de calcul ci-dessus).

D.4.1.2.5. Onglet "Charges"



Cadre "Charges sur le sol" :

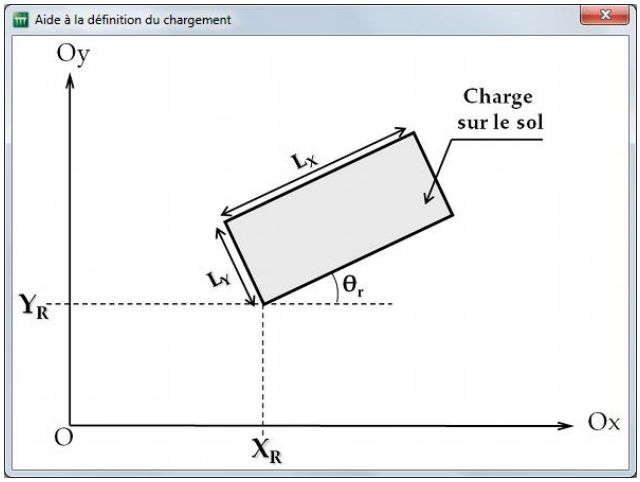
Cet onglet "Charges" permet de définir les charges appliquées sur le sol. Nous utilisons ici un seul rectangle simple avec les caractéristiques suivantes :

X_r (m)	Y_r (m)	Z_r (m)	L_x (m)	L_y (m)	θ_r (°)	q_r (kPa)
0,00	0,00	7,50	10	20	0	50

Cliquer sur le bouton pour ajouter une ligne et saisir les valeurs ci-dessus.

Nota : dans les exemples traités dans le manuel, les charges sont toujours appliquées en surface, au niveau du TN. Mais il est à noter qu'il est également possible de définir des charges en profondeur.

Une figure d'aide est accessible en cliquant le bouton pour illustrer la signification des paramètres L_x, L_y et θ_r :



L'"Assistant des charges" n'est pas utilisé dans cet exemple car le chargement n'est constitué que d'un rectangle simple. Cette fonctionnalité sera utilisée dans l'exemple 2.

Le dessin dans la partie gauche de l'écran fait maintenant apparaître la charge définie.

D.4.1.2.6. Onglet "Consolidation"

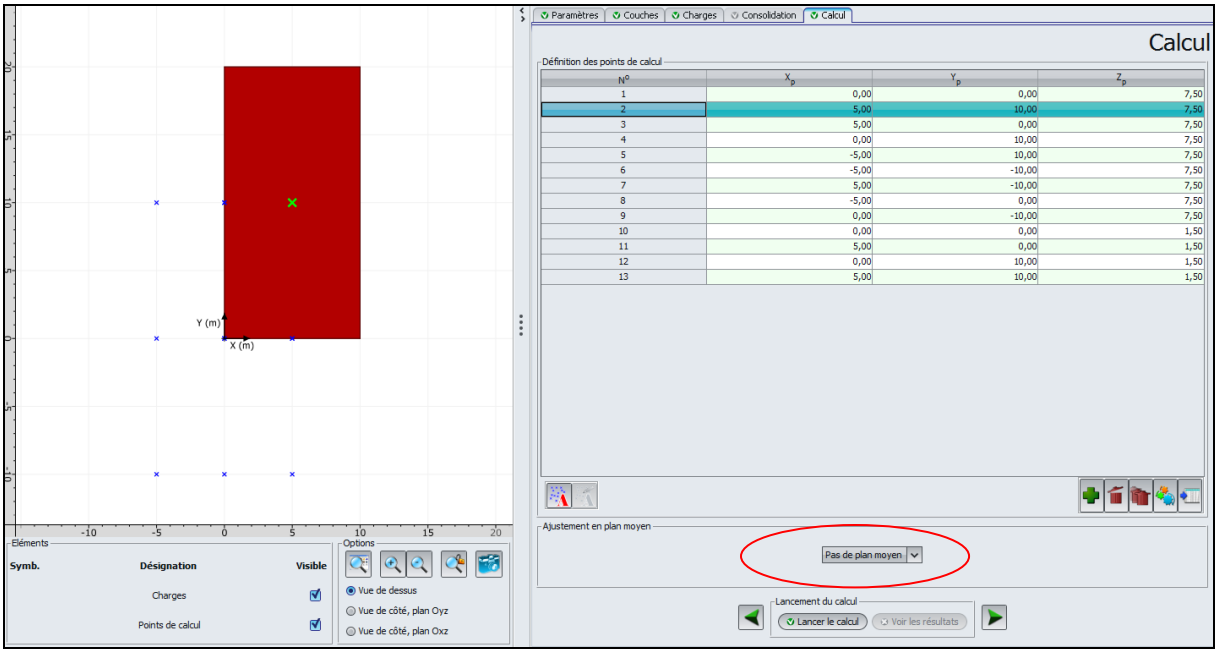
Cet onglet n'est pas accessible ici : il n'est disponible que dans le cas d'un calcul oedométrique.

D.4.1.2.7. Onglet "Calcul"

Cet onglet permet de définir des points pour le calcul du tassement.

Le choix de ces points doit se faire en fonction des besoins de l'étude : ces points sont ceux pour lesquels des résultats détaillés seront fournis dans les résultats. Ce sont également les points qui sont utilisés pour le calcul du plan moyen de tassement lorsque celui-ci est demandé (ce n'est pas le cas pour cet exemple).

Nous avons choisi ici des points en surface et à 2 m de profondeur, aussi bien sous la charge appliquée (sous un quart de la fondation, représentatif de l'ensemble du fait de la symétrie du projet) qu'à l'extérieur (1 point défini hors emprise de la charge).



Cadre "Définition des points de calcul" :

Cliquer sur le bouton pour ajouter une ligne et répéter cette opération pour tous les points à définir.

Nota : nous définissons ici les points de calcul manuellement. L'utilisation de l'assistant "Points de calcul" sera illustrée dans l'exemple 2.

Après avoir défini ces points, ils apparaissent sur la partie gauche de la fenêtre, sous la forme de points bleus (le point correspondant à la ligne sélectionné dans le tableau apparaît sous la forme d'une croix verte).

N°	X_p (m)	Y_p (m)	Z_p (m)
1	0,00	0,00	7,50
2	5,00	10,00	7,50
3	5,00	0,00	7,50
4	0,00	10,00	7,50
5	-5,00	10,00	7,50
6	-5,00	-10,00	7,50
7	5,00	-10,00	7,50
8	-5,00	0,00	7,50
9	0,00	-10,00	7,50
10	0,00	0,00	1,50
11	5,00	0,00	1,50
12	0,00	10,00	1,50
13	5,00	10,00	1,50

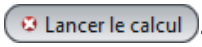
Cadre "Ajustement en plan moyen" :

Nous n'utiliserons pas de plan moyen pour cet exemple

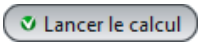
La saisie des données pour cet exemple est maintenant terminée.

D.4.1.3. Calcul et résultats

D.4.1.3.1. Calcul

Tant que les onglets ne sont pas tous correctement renseignés, le bouton permettant de lancer le calcul s'affiche marqué d'une croix rouge : 

.

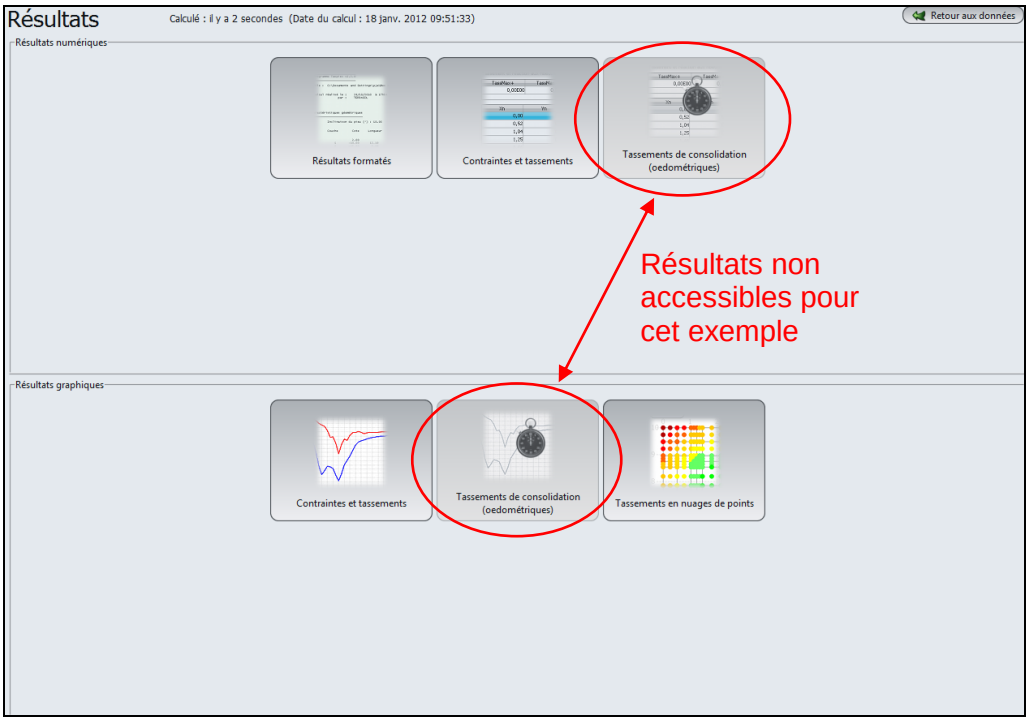
Une fois que toutes les données sont correctement saisies, le bouton 

(accessible depuis tous les onglets) est alors actif.

Un clic sur ce bouton lancera le calcul.

Pour accéder aux résultats sous forme de tableaux et de graphiques, cliquer sur le bouton

.


Résultats
Calculé : il y a 2 secondes (Date du calcul : 18 janv. 2012 09:51:33)
Retour aux données
Résultats numériques
Résultats formatés
Contraintes et tassements
Tassements de consolidation (oedométriques)
Résultats non accessibles pour cet exemple
Résultats graphiques
Contraintes et tassements
Tassements de consolidation (oedométriques)
Tassements en nuages de points

Cadre "Résultats numériques" :

- Les "Résultats formatés" et les "Contraintes et tassements" sont accessibles en cliquant sur le bouton associé.
- Les résultats "Tassements de consolidations (oedométriques)" ne sont pas accessibles puisque l'option "Elastique 3D, 1D (oedométrique)" n'a pas été retenue pour cet exemple.

Cadre "Résultats graphiques" :

- Les résultats "Contraintes et tassements" et "Tassements en nuages de points" sont accessibles en cliquant sur le bouton associé.
- Les résultats "Tassements de consolidation (oedométriques)" ne sont pas accessibles puisque l'option "Elastique 3D, 1D (oedométrique)" n'a pas été retenue pour cet exemple.

D.4.1.3.2. Résultats

Les principaux résultats disponibles (et notamment les tassements pour les 9 points de calcul) sont présentés sur la page suivante.

Les résultats fournis en termes de tassements sont les tassements élastiques 1D et 3D. Les résultats oedométriques ne sont pas disponibles car le calcul oedométrique n'a pas été demandé pour cet exemple.

Sélectionner un type de résultats pour l'afficher, puis cliquer sur le bouton Retour pour revenir à l'écran de sélection des différents types de résultats.

On note que pour chaque cote (7,5 ou 1,5), le tassement maximal est obtenu comme prévu au centre de la zone chargée (points 2 et 13). Le tassement maximal obtenu en surface est ainsi obtenu au point 2, avec une valeur de 7,07 cm pour le tassement élastique 3D en ce point. Le tassement du point 13 (également au centre de la zone chargée, mais à la cote 1,5 m) est de 4,64 cm.

Le calcul oedométrique n'ayant pas été sélectionné, la colonne Toedo est affichée, mais ne contient que des valeurs nulles.

Pour quitter l'affichage des résultats, cliquer sur le bouton Retour aux données.

Contraintes effectives au centre des couches

cote de référence : 7.500 contrainte verticale : 0.000
cote de la nappe : -1000.000 poids volumique eau : 1.0

n	Cote	S0'	Sp'
1	7.200	0.600	0.600
2	6.600	1.800	1.800
3	6.000	3.000	3.000
4	5.400	4.200	4.200
5	4.800	5.400	5.400
6	4.200	6.600	6.600
7	3.600	7.800	7.800
8	3.000	9.000	9.000
9	2.400	10.200	10.200
10	1.800	11.400	11.400
11	1.175	12.650	12.650
12	0.525	13.950	13.950
13	-0.125	15.250	15.250
14	-0.775	16.550	16.550
15	-1.425	17.850	17.850
16	-2.075	19.150	19.150
17	-2.725	20.450	20.450
18	-3.375	21.750	21.750
19	-4.025	23.050	23.050
20	-4.675	24.350	24.350
21	-5.500	26.000	26.000
22	-6.500	28.000	28.000
23	-7.500	30.000	30.000
24	-8.500	32.000	32.000
25	-9.500	34.000	34.000
26	-10.500	36.000	36.000
27	-11.500	38.000	38.000
28	-12.500	40.000	40.000
29	-13.500	42.000	42.000
30	-14.500	44.000	44.000

Surfaces de charges rectangulaires

n	X0	Y0	Z0	LX	LY	teta(o)	q
1	0.000	0.000	7.500	10.000	20.000	0.000	50.000

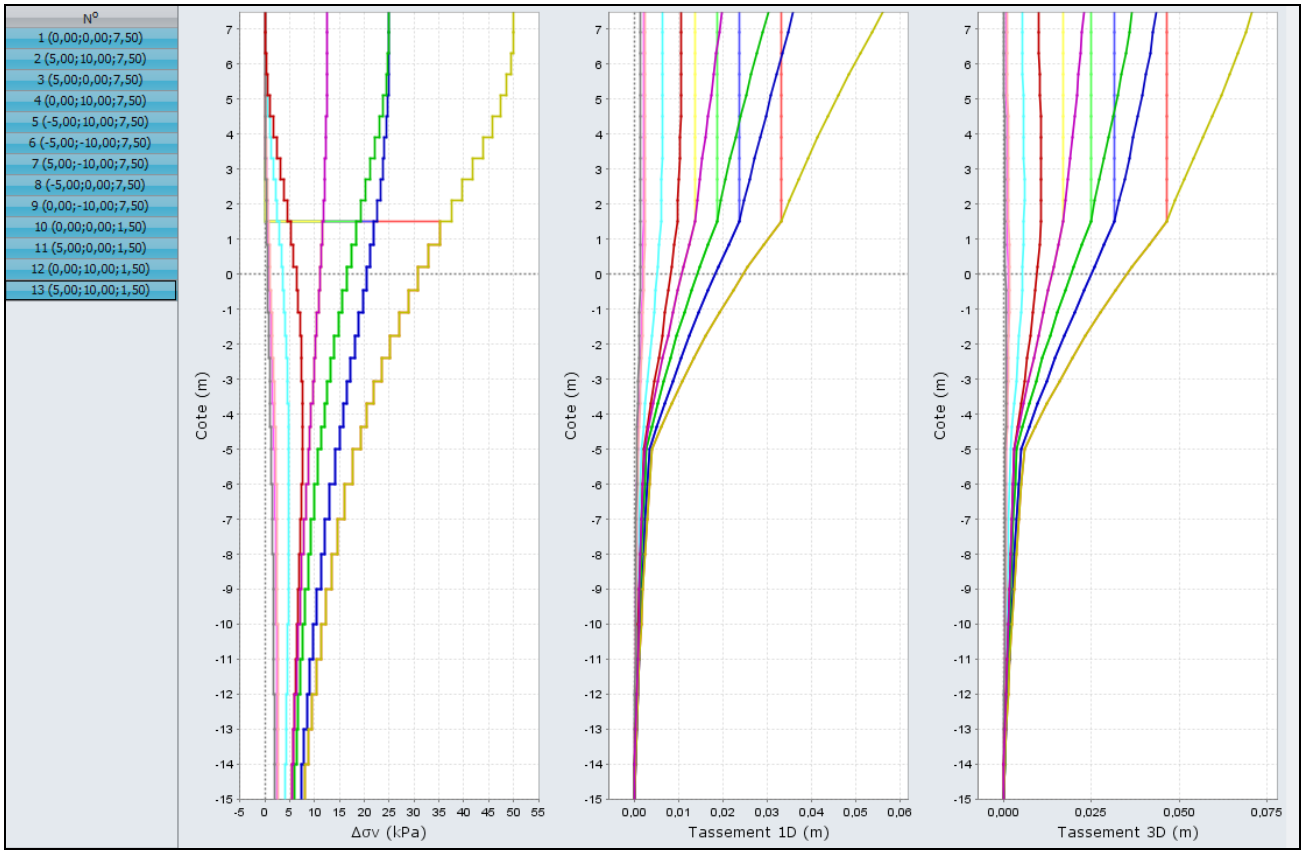
Tassements calculés

Point	X	Y	Z	T1d	T3d	Toedo
1	0.000	0.000	7.500	0.0199	0.0228	0.0000
2	5.000	10.000	7.500	0.0562	0.0707	0.0000
3	5.000	0.000	7.500	0.0303	0.0367	0.0000
4	0.000	10.000	7.500	0.0360	0.0435	0.0000
5	-5.000	10.000	7.500	0.0106	0.0100	0.0000
6	-5.000	-10.000	7.500	0.0015	0.0002	0.0000
7	5.000	-10.000	7.500	0.0025	0.0012	0.0000
8	-5.000	0.000	7.500	0.0065	0.0054	0.0000
9	0.000	-10.000	7.500	0.0022	0.0008	0.0000
10	0.000	0.000	1.500	0.0136	0.0171	0.0000
11	5.000	0.000	1.500	0.0187	0.0249	0.0000
12	0.000	10.000	1.500	0.0237	0.0317	0.0000
13	5.000	10.000	1.500	0.0332	0.0464	0.0000

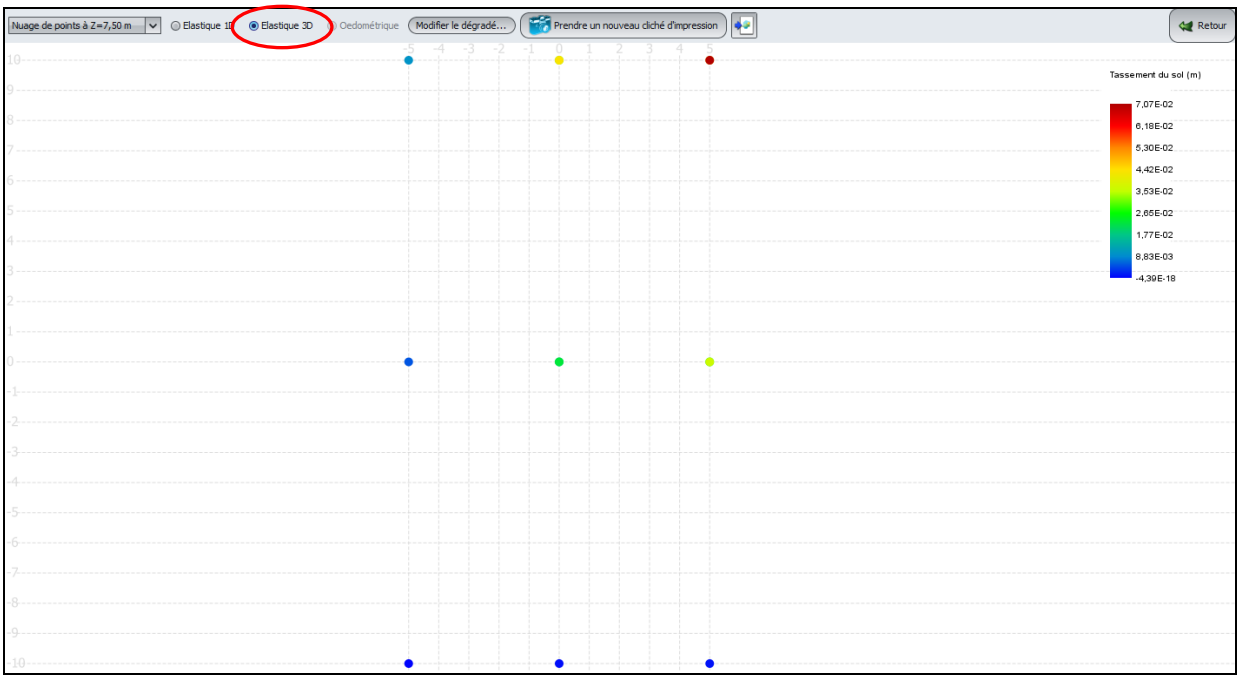
Résultats numériques - Résultats formatés

N° point de calcul	Z	$\Delta\sigma_v$	Tassement 1D	Tassement 3D
1 (0,00;0,00;7,50)	7,50	12,50	1,98E-02	2,28E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	6,90	12,50	1,92E-02	2,24E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	6,90	12,50	1,92E-02	2,24E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	6,30	12,50	1,86E-02	2,19E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	6,30	12,48	1,86E-02	2,19E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	5,70	12,48	1,80E-02	2,14E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	5,70	12,45	1,80E-02	2,14E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	5,10	12,45	1,73E-02	2,08E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	5,10	12,40	1,73E-02	2,08E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	4,50	12,40	1,67E-02	2,02E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	4,50	12,32	1,67E-02	2,02E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	3,90	12,32	1,61E-02	1,97E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	3,90	12,22	1,61E-02	1,97E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	3,30	12,22	1,55E-02	1,90E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	3,30	12,09	1,55E-02	1,90E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	2,70	12,09	1,48E-02	1,84E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	2,70	11,93	1,48E-02	1,84E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	2,10	11,93	1,42E-02	1,78E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	2,10	11,75	1,42E-02	1,78E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	1,50	11,75	1,36E-02	1,71E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	1,50	11,54	1,36E-02	1,71E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	0,85	11,54	1,24E-02	1,57E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	0,85	11,29	1,24E-02	1,57E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	0,20	11,29	1,11E-02	1,42E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	0,20	11,03	1,11E-02	1,42E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	-0,45	11,03	9,93E-03	1,28E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	-0,45	10,76	9,93E-03	1,28E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	-1,10	10,76	8,75E-03	1,14E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	-1,10	10,48	8,75E-03	1,14E-02
1 (0,00;0,00;7,50)	-1,75	10,48	7,60E-03	9,98E-03
1 (0,00;0,00;7,50)	-1,75	10,19	7,60E-03	9,98E-03
1 (0,00;0,00;7,50)	-2,40	10,19	6,48E-03	8,58E-03
1 (0,00;0,00;7,50)	-2,40	9,90	6,48E-03	8,58E-03
1 (0,00;0,00;7,50)	-3,05	9,90	5,40E-03	7,21E-03
1 (0,00;0,00;7,50)	-3,05	9,60	5,40E-03	7,21E-03
1 (0,00;0,00;7,50)	-3,70	9,60	4,35E-03	5,85E-03
1 (0,00;0,00;7,50)	-3,70	9,31	4,35E-03	5,85E-03
1 (0,00;0,00;7,50)	-4,35	9,31	3,32E-03	4,53E-03
1 (0,00;0,00;7,50)	-4,35	9,01	3,32E-03	4,53E-03
1 (0,00;0,00;7,50)	-5,00	9,01	2,34E-03	3,23E-03

Résultats numériques - Contraintes et tassements



Résultats graphiques - Contraintes et tassements



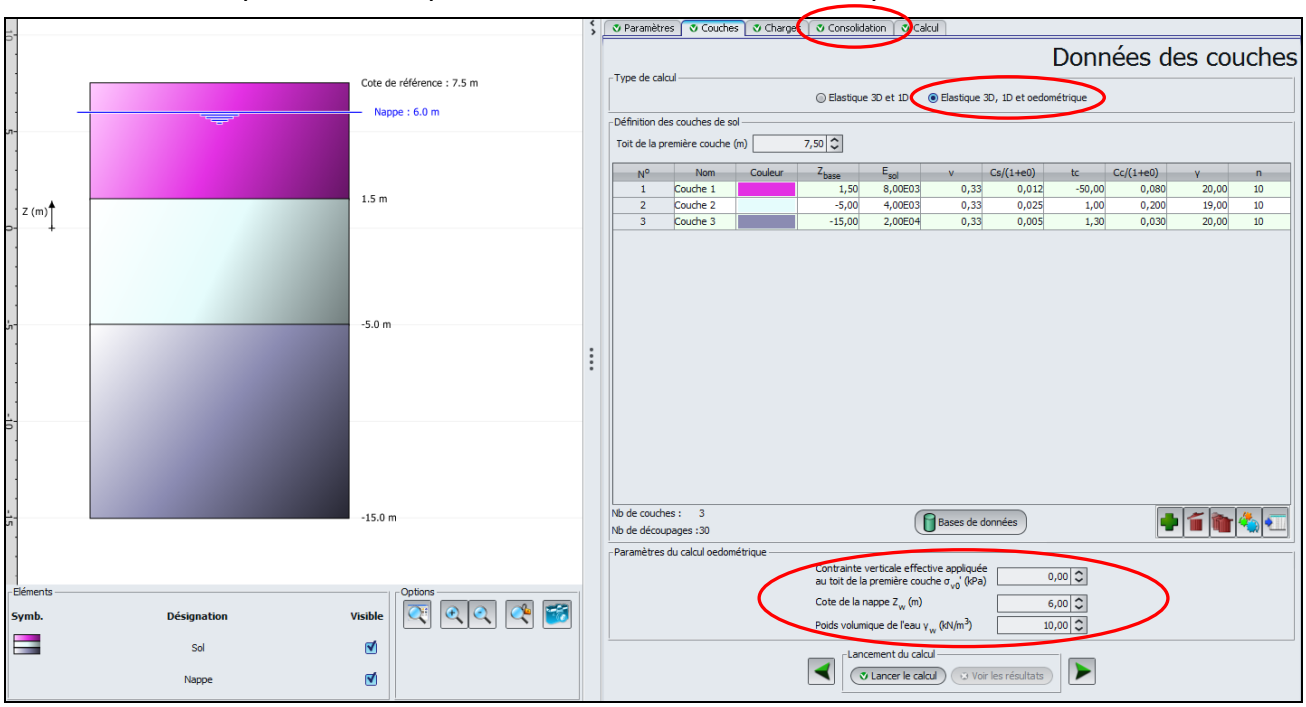
Résultats graphiques – Tassements en nuages de points

D.4.1.3.3. Modification des données

Il est possible, si nécessaire, et en restant dans le même fichier, de modifier les données saisies et de relancer le calcul.

On souhaite ici par exemple compléter le calcul précédent par le calcul du tassement oedométrique : cliquer sur le bouton Retour, puis sur le bouton Retour aux données pour revenir à la saisie des données. Puis sélectionner l'onglet "Couches", cocher l'option "Elastique 3D, 1D et oedométrique", puis compléter :

- les colonnes nouvellement affichées dans le tableau des caractéristiques de sols ;
- le cadre "Paramètres du calcul oedométrique" en bas du même onglet ;
- l'onglet "Consolidation" qui est à présent accessible : nous n'utiliserons toutefois pas cette fonctionnalité pour cet exemple. Elle sera illustrée dans l'exemple 2.



Cadre "Définition des couches de sol" :

Les valeurs à compléter en vue du calcul oedométrique sont les suivantes :

Nom	**C_s/(1+e0)**	**t_c**	**C_c/(1+e0)**	**γ (kN/m^3)**
Couche 1	0,012	-50 (kPa)	0,080	20,00
Couche 2	0,025	1,00	0,200	19,00
Couche3	0,005	1,30	0,030	20,00

Nota sur les valeurs de tc :

- lorsqu'elles sont positives : elles correspondent par convention à des ratios de surconsolidation (OCR). Voir le chapitre D.3.2.2.
- lorsqu'elles sont négatives, elles correspondent par convention à des pressions de surconsolidation (en kPa). Voir le chapitre D.3.2.2.

Cadre "Paramètres du calcul oedométrique" :

Les valeurs complémentaires à saisir sont les suivantes :

σ_{vo}' (kPa)	**Z_w (m)**	**γ_w (kN/m^3)**
0,00	6,50	10,00

Onglet "Consolidation" :

Ne pas cocher la case "Prise en compte de la consolidation" (cette fonctionnalité sera illustrée dans l'exemple 2).

Enregistrer le projet sous un autre nom (TASSEL01bis par exemple) et lancer à nouveau le calcul. Pour exploiter les résultats, utiliser la même méthode que précédemment.

Les résultats numériques et graphiques des "Tassements de consolidation (oedométriques)" ne sont toujours pas accessibles : en effet, nous avons activé le calcul oedométrique, mais sans utiliser la fonctionnalité "Consolidation" de calcul des tassements dans le temps.

Résultats numériques formatés :

On retrouve logiquement que les tassements T1d et T3d sont identiques au 1er calcul (les données relatives au calcul élastique n'ont pas été modifiées).

On obtient cette fois-ci en complément les valeurs calculées pour le tassement oedométrique (colonne T_{oedo}) : celles-ci sont largement supérieures aux valeurs résultant des 2 calculs élastiques : tassement oedométrique maximal (point 2) de 17,0 cm au lieu de 7,07 cm pour le même point en tassement élastique 3D.

C'est la comparaison entre ces valeurs élastiques et oedométriques qui peut permettre, si nécessaire, d'effectuer un calage entre le module élastique et les caractéristiques oedométriques de chaque couche de sol.

Programme Tasseldo v2.0.4 (c) TERRASOL 2011

File : R:\Logiciels\Foxta v3\Manuels et exemples\Manuels Foxta v3\D - Tasseldo\exemples\TASSELDO EXEMPLE 1A DO

Calcul réalisé le : 23/08/2012 à 11h56
par : Terrasol

Titre du calcul : Exemple 1

Caractéristiques des couches

n	Z base	module	coef. Poisson	Cs/(1+e0)	Cc/(1+e0)	G
	7.500					
1	6.900	0.800E+04	0.330	0.012	0.080	20.000
2	6.300	0.800E+04	0.330	0.012	0.080	20.000
3	5.700	0.800E+04	0.330	0.012	0.080	20.000
4	5.100	0.800E+04	0.330	0.012	0.080	20.000
5	4.500	0.800E+04	0.330	0.012	0.080	20.000
6	3.900	0.800E+04	0.330	0.012	0.080	20.000
7	3.300	0.800E+04	0.330	0.012	0.080	20.000
8	2.700	0.800E+04	0.330	0.012	0.080	20.000
9	2.100	0.800E+04	0.330	0.012	0.080	20.000
10	1.500	0.800E+04	0.330	0.012	0.080	20.000
11	0.850	0.400E+04	0.330	0.025	0.200	19.000
12	0.200	0.400E+04	0.330	0.025	0.200	19.000
13	-0.450	0.400E+04	0.330	0.025	0.200	19.000
14	-1.100	0.400E+04	0.330	0.025	0.200	19.000
15	-1.750	0.400E+04	0.330	0.025	0.200	19.000
16	-2.400	0.400E+04	0.330	0.025	0.200	19.000
17	-3.050	0.400E+04	0.330	0.025	0.200	19.000
18	-3.700	0.400E+04	0.330	0.025	0.200	19.000
19	-4.350	0.400E+04	0.330	0.025	0.200	19.000
20	-5.000	0.400E+04	0.330	0.025	0.200	19.000
21	-6.000	0.200E+05	0.330	0.005	0.030	20.000
22	-7.000	0.200E+05	0.330	0.005	0.030	20.000
23	-8.000	0.200E+05	0.330	0.005	0.030	20.000
24	-9.000	0.200E+05	0.330	0.005	0.030	20.000
25	-10.000	0.200E+05	0.330	0.005	0.030	20.000
26	-11.000	0.200E+05	0.330	0.005	0.030	20.000
27	-12.000	0.200E+05	0.330	0.005	0.030	20.000
28	-13.000	0.200E+05	0.330	0.005	0.030	20.000
29	-14.000	0.200E+05	0.330	0.005	0.030	20.000
30	-15.000	0.200E+05	0.330	0.005	0.030	20.000

Contraintes effectives au centre des couches

cote de référence : 7.500 contrainte verticale : 0.000
cote de la nappe : 6.500 poids volumique eau : 10.0

n	Cote	S0'	Sp'
1	7.200	6.000	56.000
2	6.600	18.000	68.000
3	6.000	25.000	75.000
4	5.400	31.000	81.000
5	4.800	37.000	87.000
6	4.200	43.000	93.000
7	3.600	49.000	99.000
8	3.000	55.000	105.000
9	2.400	61.000	111.000
10	1.800	67.000	117.000
11	1.175	72.925	72.925
12	0.525	78.775	78.775
13	-0.125	84.625	84.625
14	-0.775	90.475	90.475
15	-1.425	96.325	96.325
16	-2.075	102.175	102.175
17	-2.725	108.025	108.025
18	-3.375	113.875	113.875
19	-4.025	119.725	119.725
20	-4.675	125.575	125.575
21	-5.500	133.500	173.550
22	-6.500	143.500	186.550
23	-7.500	153.500	199.550
24	-8.500	163.500	212.550
25	-9.500	173.500	225.550
26	-10.500	183.500	238.550
27	-11.500	193.500	251.550
28	-12.500	203.500	264.550
29	-13.500	213.500	277.550
30	-14.500	223.500	290.550

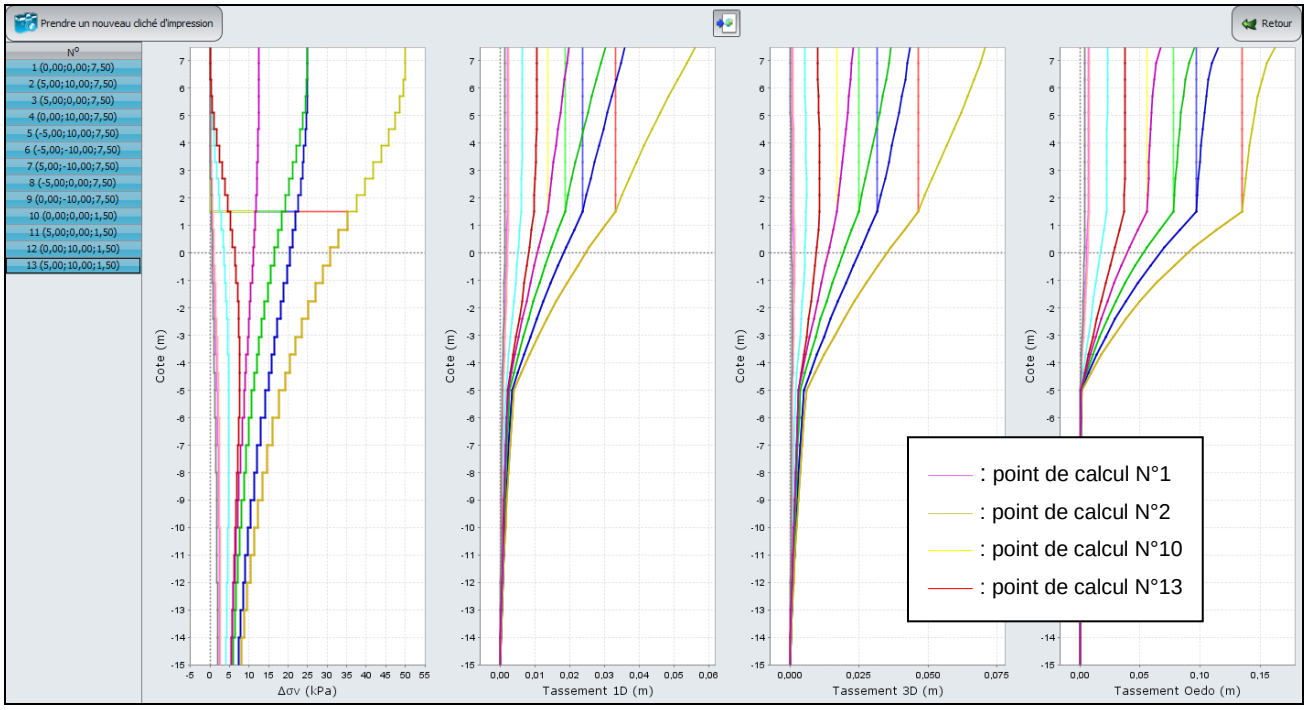
Surfaces de charges rectangulaires

n	X0	Y0	Z0	LX	LY	teta(o)	q
1	0.000	0.000	7.500	10.000	20.000	0.000	50.000

Tassements calculés

Point	X	Y	Z	T1d	T3d	Toedo
1	0.000	0.000	7.500	0.0199	0.0328	0.0704
2	5.000	10.000	7.500	0.0562	0.0707	0.1701
3	5.000	0.000	7.500	0.0303	0.0367	0.1004
4	0.000	10.000	7.500	0.0360	0.0435	0.1206
5	-5.000	10.000	7.500	0.0106	0.0100	0.0398
6	-5.000	-10.000	7.500	0.0015	0.0002	0.0045
7	5.000	-10.000	7.500	0.0025	0.0012	0.0085
8	-5.000	0.000	7.500	0.0065	0.0054	0.0239
9	0.000	-10.000	7.500	0.0022	0.0008	0.0072
10	0.000	0.000	1.500	0.0136	0.0171	0.0588
11	5.000	0.000	1.500	0.0187	0.0249	0.0819
12	0.000	10.000	1.500	0.0237	0.0317	0.1015
13	5.000	10.000	1.500	0.0332	0.0464	0.1410

Courbes graphiques : Contraintes et tassements



On retrouve bien que le tassement maximal en surface est obtenu pour le point 2 (17,0 cm en tassement oedométrique et 7,1 cm en tassement élastique 3D.

Pour les points hors de l'emprise de la zone chargée, le terme $\Delta\sigma_v$ est nul en surface, et augmente en profondeur.

Nota :

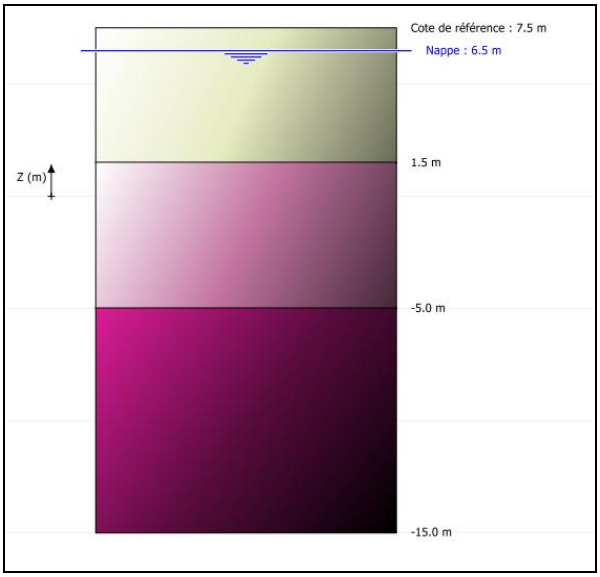
- Passer la souris sur une courbe pour obtenir les valeurs correspondant aux points de la courbe ;
- Les courbes de tassements pour les points de calcul situés à la cote 1,5 m sont prolongées verticalement entre les cotes 1,5 et 7,5 m (pas de tassement calculé au-dessus du point de calcul).

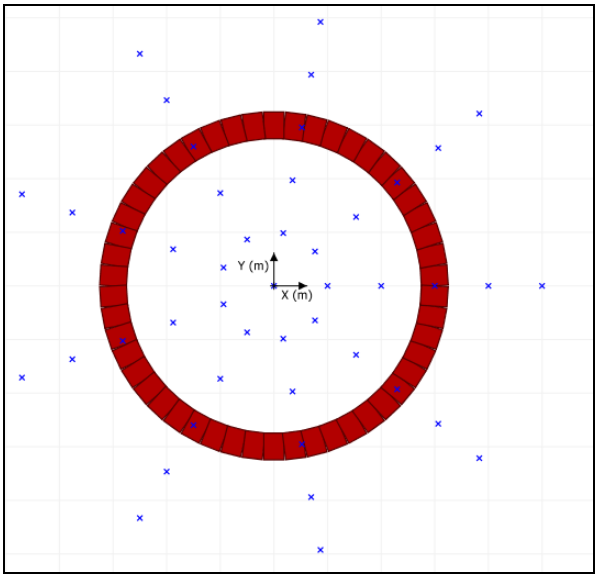
D.4.2. Exemple 2

D.4.2.1. Présentation du problème

Cet exemple reprend le même profil de sols que le précédent. Mais la charge est ici de forme annulaire et les points de calculs seront choisis de manière à ce qu'ils soient répartis sur un disque de rayon supérieur à celui de la charge.

En outre, cet exemple utilise un calcul de plan moyen du tassement 1D et le tassement oedométrique du sol est observé en fonction du temps.



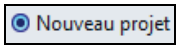


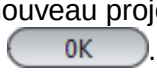
D.4.2.2. Saisie des données

A l'ouverture de l'application, Foxta propose :

- de créer un nouveau projet ;
- d'ouvrir un projet existant ;
- d'ouvrir automatiquement le dernier projet utilisé.

Dans le cas de cet exemple :

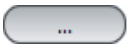
- choisir de créer un nouveau projet en sélectionnant le radio-bouton 

;
- cliquer sur le bouton 

.

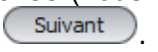
D.4.2.2.1. Assistant Nouveau projet : Nouveau projet

Cadre "Fichier" :

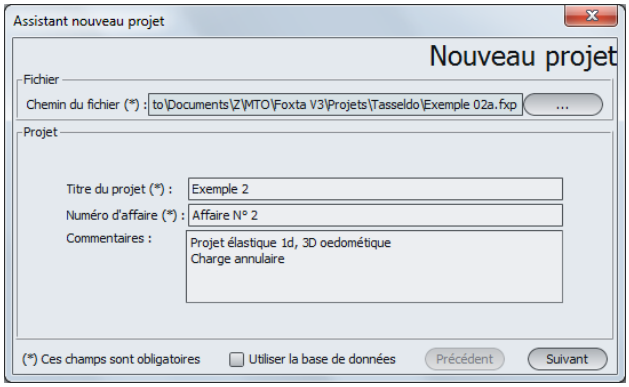
- Renseigner le chemin du projet en cliquant sur le bouton 

;
- Donner un nom au fichier et l'enregistrer.

Cadre "Projet" :

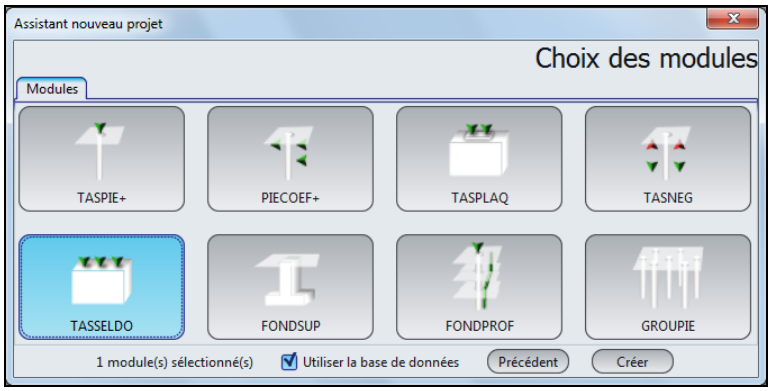
- Donner un titre au projet ;
- Saisir un numéro d'affaire ;
- Compléter avec un commentaire si besoin ;
- Laisser la case "Utiliser la base de données" décochée (nous n'utiliserons pas la base de données pour cet exemple), et cliquer sur le bouton 

.



D.4.2.2.2. Assistant Nouveau projet : Choix des modules

Dans la fenêtre "Choix des modules", sélectionner le module Tasseldo puis cliquer sur le bouton Créer.



La fenêtre Tasseldo apparaît.

Il convient de compléter les différents onglets de données proposés.

D.4.2.2.3. Onglet "Paramètres"

Excepté le titre du projet, le premier onglet est rempli de la même manière que pour l'exemple 1.

D.4.2.2.4. Onglet "Couches"

Cadre "Type de calcul" :

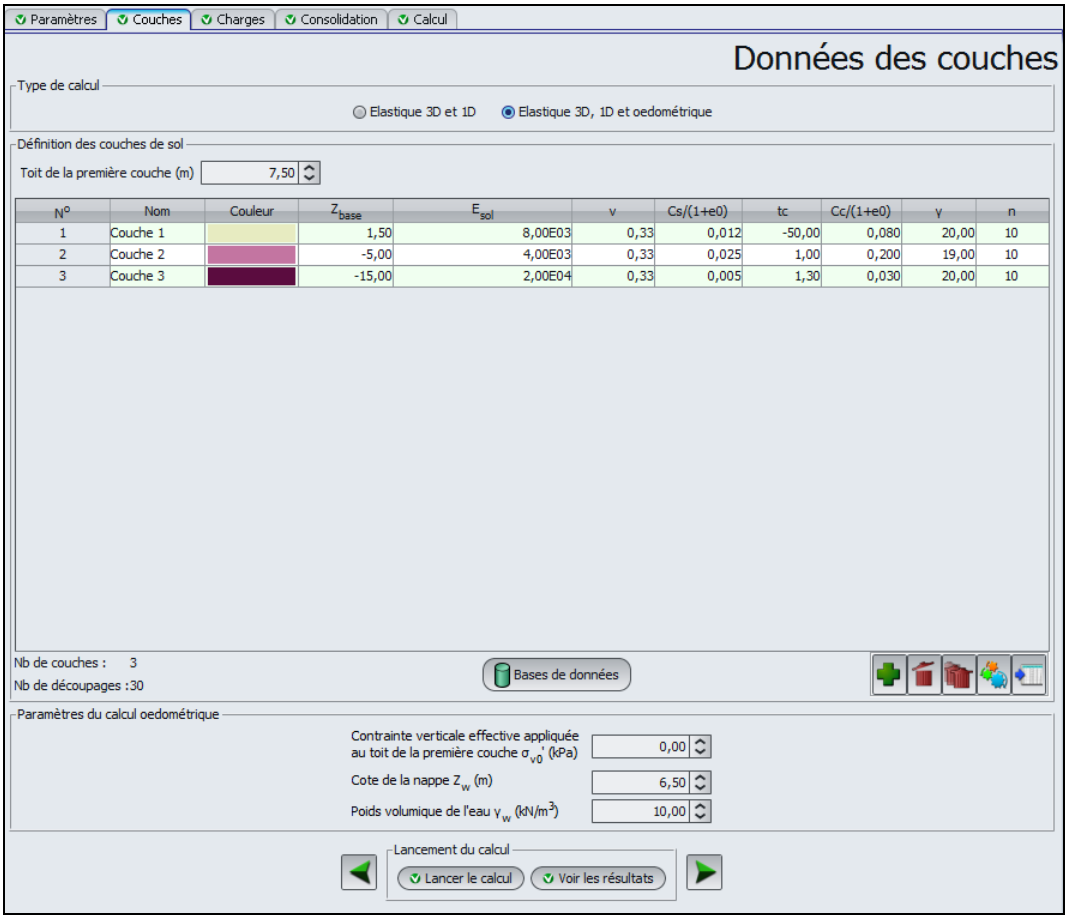
On coche cette fois directement l'option "Elastique 3D, 1D et oedométrique".

Cadre "Définition des couches de sol" :

Les données à saisir sont les suivantes (ce sont les mêmes que pour l'exemple 1 : il est possible de retourner dans l'exemple 1, d'exporter les couches de sol dans la base de données générale, puis de les importer au moment de la création de l'exemple 2, pour éviter de saisir à nouveau les mêmes données. Voir la partie C du manuel) :

Toit de la première couche : 7,50 m.

Nom	**Z_{base} (m)**	**E_{sol} (kPa)**	**ν**	**$C_s/(1+e_0)$**	**t_c**	**$C_c/(1+e_0)$**	**γ (kN/m^3)**	**n**
Couche 1	1,50	8000	0,33	0,012	-50 (kPa)	0,08	20,00	10
Couche 2	-5	4000	0,33	0,025	1,00	0,20	19,00	10
Couche 3	-15	20000	0,33	0,005	1,30	0,03	20,00	10

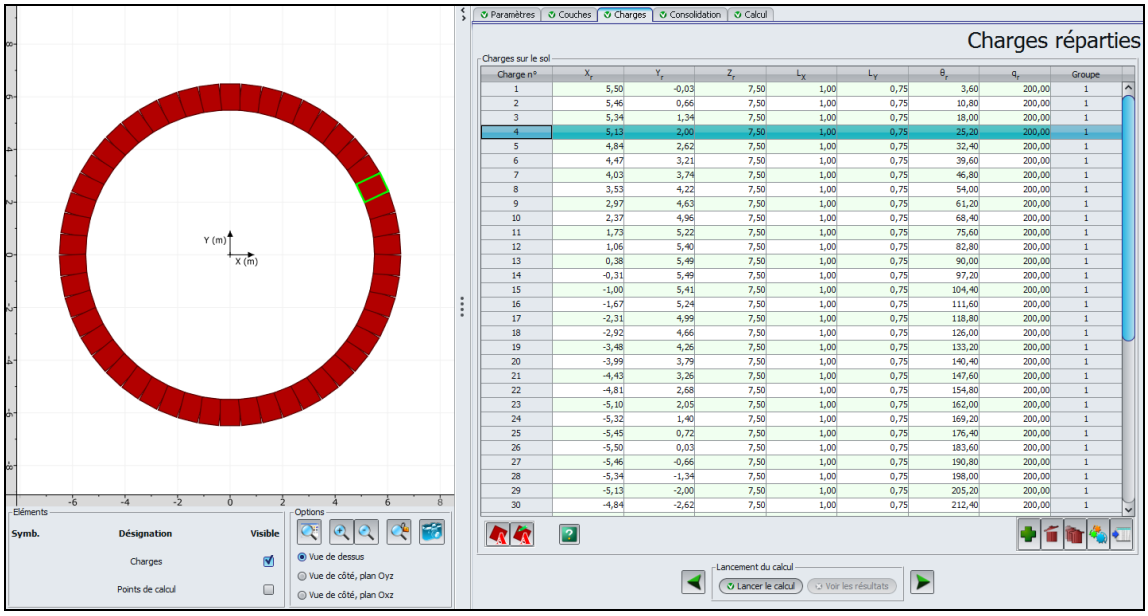

Paramètres
Couches
Charges
Consolidation
Calcul
Données des couches
Type de calcul
Elastique 3D et 1D
Elastique 3D, 1D et oedométrique
Définition des couches de sol
Toit de la première couche (m) 7,50
N° Nom Couleur Z base E sol ν Cs/(1+e0) tc Cc/(1+e0) γ n
1 Couche 1 1,50 8,00E03 0,33 0,012 -50,00 0,080 20,00 10
2 Couche 2 -5,00 4,00E03 0,33 0,025 1,00 0,200 19,00 10
3 Couche 3 -15,00 2,00E04 0,33 0,005 1,30 0,030 20,00 10
Nb de couches : 3
Nb de découpages :30
Bases de données
Paramètres du calcul oedométrique
Contrainte verticale effective appliquée au toit de la première couche σv0' (kPa) 0,00
Cote de la nappe Zw (m) 6,50
Poids volumique de l'eau γw (kN/m3) 10,00
Lancement du calcul
Lancer le calcul
Voir les résultats

Cadre "Paramètres du calcul oedométrique" :

Les données à saisir sont les suivantes :

σ_{vo}' (kPa)	Z_w (m)	γ_w (kN/m^3)
0,00	6,50	10,00

D.4.2.2.5. Onglet "Charges"

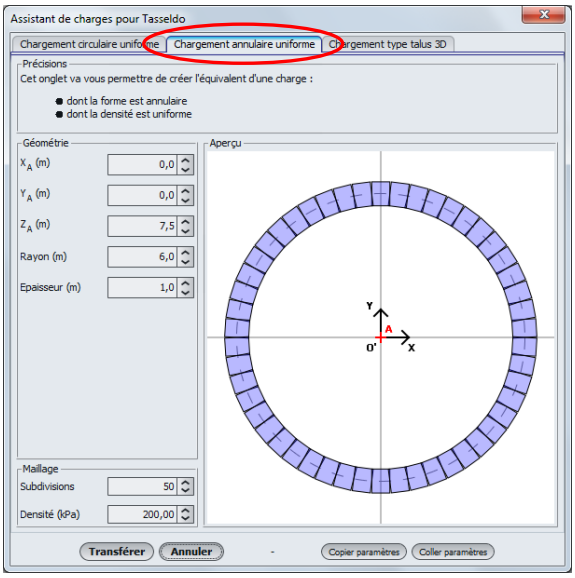


Dans l'onglet "Charges", utiliser le bouton "Assistant de charge" (en bas à gauche de l'onglet) et sélectionner l'onglet "Chargement annulaire uniforme".

Les données à saisir sont les suivantes :

X_A (m)	Y_A (m)	Z_A (m)	R (m)	e (m)	Subdivisions	q (kPa)
0,00	0,00	7,50	6,00	1,00	50	200,00

Le rayon à saisir est le rayon moyen de l'anneau. Dans le cas de cet exemple, le rayon intérieur de l'anneau est donc de 5,5 m, et le rayon extérieur est égal à 6,5 m.



Une fois ces données saisies, cliquer sur le bouton Transférer pour créer les rectangles de charge correspondants dans le tableau des charges : on peut vérifier que l'assistant a bien généré 50 rectangles pour représenter l'anneau.

Le rectangle sélectionné dans la liste est encadré d'un liseré vert sur le dessin.

D.4.2.2.6. Onglet "Consolidation"

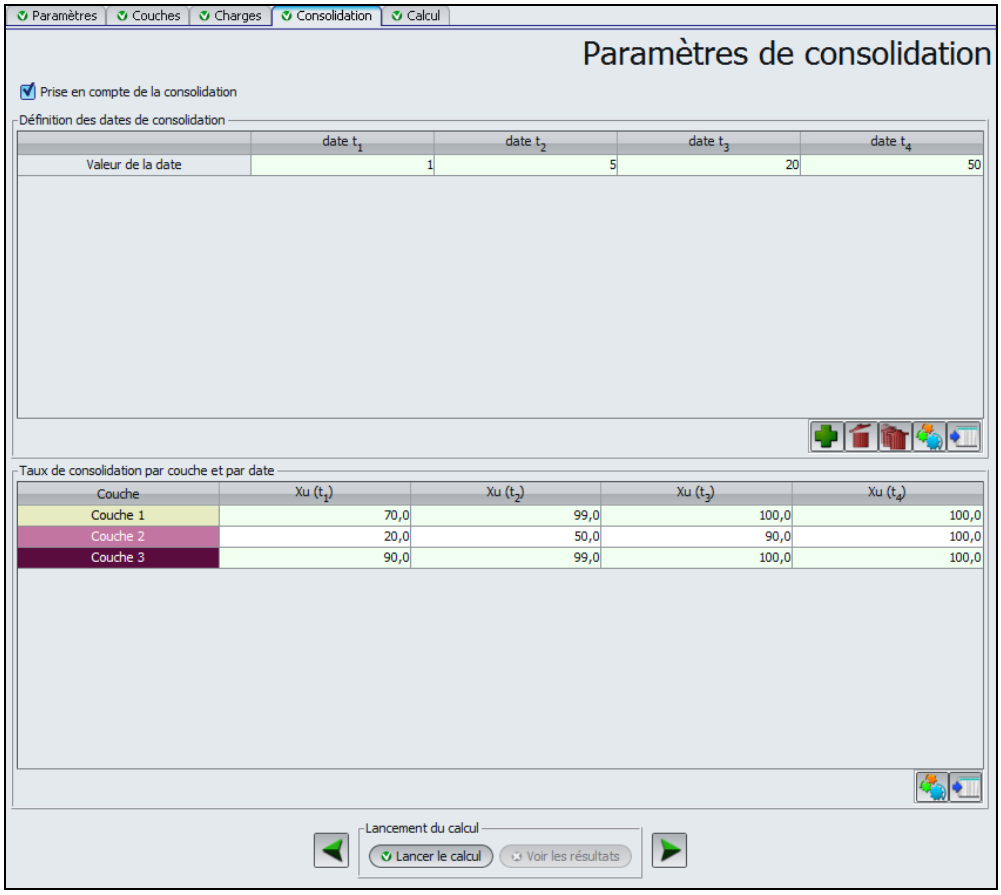
Cocher la case "Prise en compte de la consolidation" puis compléter l'onglet :

Cadre "Définition des dates de consolidation" :

Pour ajouter les valeurs de date (c'est-à-dire des colonnes dans le tableau), cliquer sur le bouton .

Les valeurs à saisir sont les suivantes :

t_1	t_2	t_3	t_4
1	5	20	50



Cadre "Taux de consolidation par couche et par date" :

3 lignes correspondant aux 3 couches de sol ont été automatiquement créées.

Il faut y définir, pour les trois couches de sols, leur degré de consolidation respectif, exprimé en pourcentage, en fonction des dates.

Les valeurs à saisir pour cet exemple sont les suivantes :

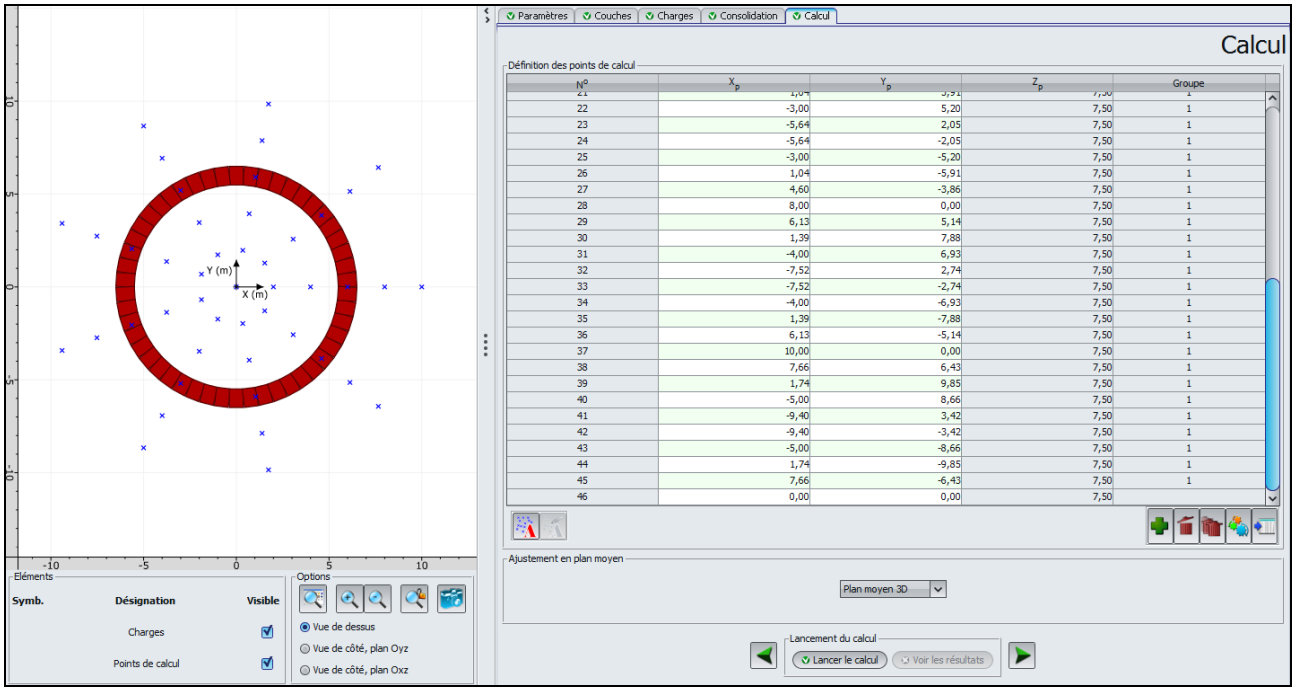
Couches	**X_u (t_1) (%)**	**X_u (t_2) (%)**	**X_u (t_3) (%)**	**X_u (t_4) (%)**
Couche 1	70	99	100	100
Couche 2	20	50	90	100
Couche 3	90	99	100	100

D.4.2.2.7. Onglet "Calcul"

On peut à présent générer les points de calcul, sur la surface d'un disque.

Cadre "Définition des points de calcul" :

Ces points seront ceux utilisés pour le calcul du plan moyen de tassement. Il est donc important de sélectionner des points répartis uniformément et de façon symétrique par rapport à la zone chargée, pour obtenir un plan moyen représentatif (l'utilisation de l'assistant garantit cette répartition homogène des points dans la zone définie).



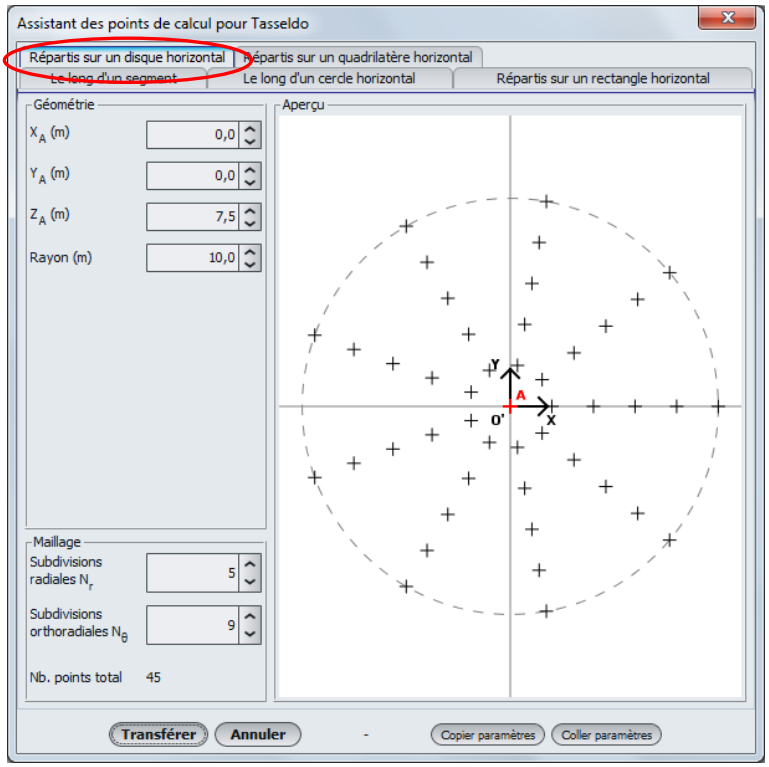
De même, l'étendue du disque retenu pour définir ces points aura une influence sur le plan moyen calculé : on choisit ici volontairement de définir un disque plus large que la zone chargée.

Cliquer sur le bouton "Assistant de points de calcul" , et sélectionner l'onglet "Répartis sur un disque horizontal".

Les données à saisir sont les suivantes :

X_A (m)	Y_A (m)	Z_A (m)	R (m)	N_r	N_θ
0,00	0,00	7,50	10,0	5	9

L'assistant calcule automatiquement le nombre total de points qui seront générés : 45.



Cliquer sur Transférer pour créer les 45 points dans les données du projet.

On choisit ici de rajouter un 46ème point manuellement : rajouter le point (0, 0, 7.50) correspondant au centre de la zone chargée.

Cadre "Ajustement en plan moyen" :

Sélectionner dans le menu déroulant l'option "Plan moyen 3D".

D.4.2.3. Calcul et Résultats

D.4.2.3.1. Calcul

Cliquer sur le bouton Lancer le calcul pour lancer le calcul.

Pour accéder aux résultats sous forme de tableaux et de graphiques, cliquer sur le bouton Voir les résultats.

D.4.2.3.2. Résultats

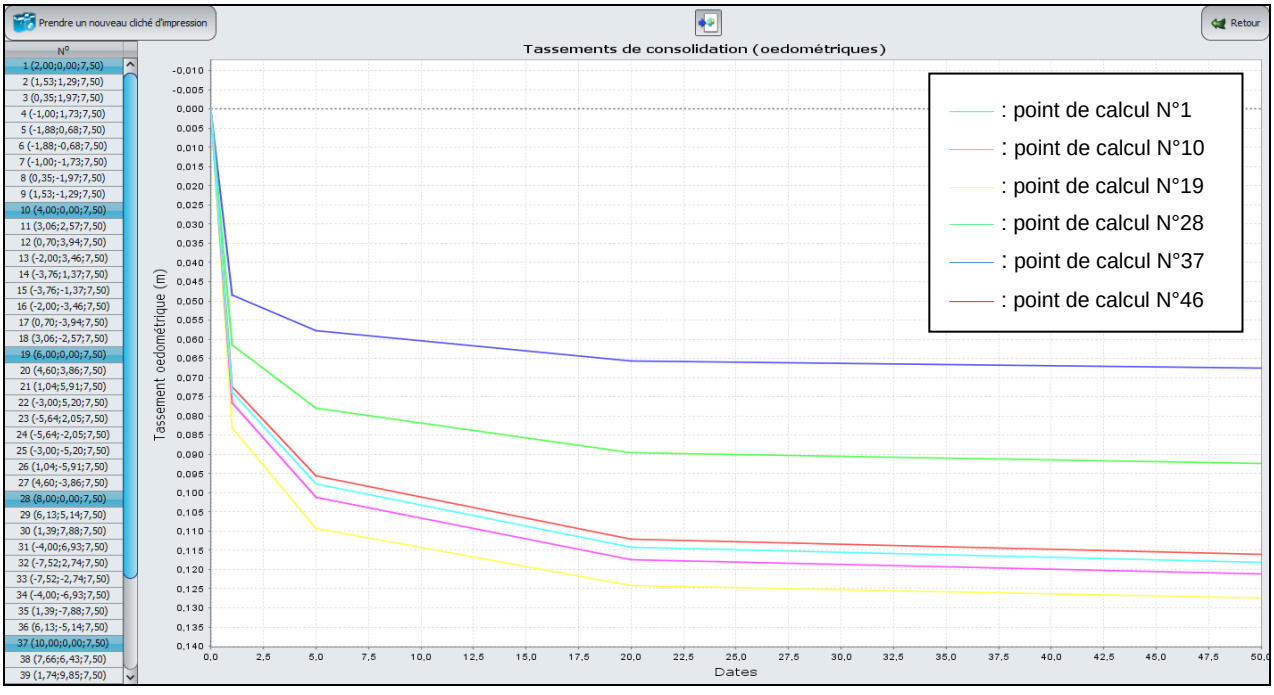
De nouveaux types de résultats sont accessibles par rapport à l'exemple 1 :

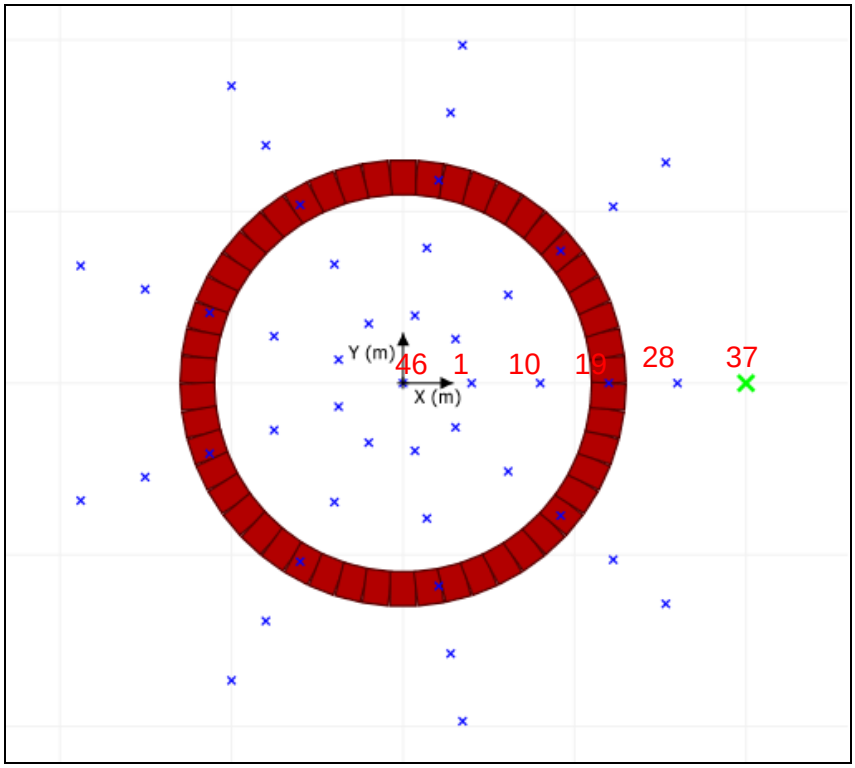
- Les tassements oedométriques aux différentes dates définies, pour tous les points de calcul (ci-dessous l'affichage sous forme graphique, avec utilisation de la touche "Shift" pour pouvoir sélectionner et donc superposer plusieurs courbes sur le graphique).

  Ces résultats sont disponibles car nous avons choisi d'effectuer un calcul oedométrique avec consolidation.

  On a sélectionné sur le graphique ci-dessous les points de calcul 46, 1, 10, 19, 28 et 37, alignés le long d'un rayon, le point 19 étant situé sous la fibre moyenne de l'anneau (les points sélectionnés sont illustrés sur la figure suivante).

  On constate de façon logique qu'en partant du point 46 (centre de l'anneau) vers l'extérieur, le tassement commence par augmenter au fur et à mesure qu'on se rapproche de l'anneau chargé, jusqu'à atteindre sa valeur maximale sous l'anneau (point 19, avec un tassement oedométrique proche de 13 cm), puis diminue à nouveau au fur et à mesure qu'on s'éloigne de l'anneau chargé.





- L'équation du plan moyen 3D, calculé sur la base du tassement 3D de l'ensemble des points de calcul définis (ci-après l'affichage du plan moyen à la fin des résultats numériques formatés).

  On note que le tassement ajusté (plan moyen 3D pour cet exemple) est le même pour tous les points de calcul : ceci correspond au cas d'un chargement uniforme et d'une distribution de points de calcul homogène sous la zone chargée. Le tassement du plan moyen est ici égal à 3,6 cm.

  Concernant le tassement élastique, la colonne "calculé" nous indique qu'il est maximum pour les points situés sous l'anneau chargé, comme constaté précédemment, avec une valeur de 6,65 cm (point 19 par exemple). D'autre part, on constate, comme attendu, que le tassement a la même valeur pour tous les points situés sur un même cercle centré sur le centre de l'anneau chargé, s'agissant justement d'une charge annulaire uniforme.

Plan ajusté sur la déformée

T3d =-0.145E-07* Xp + 0.135E-11* Yp + 0.357E-01

azimuth /axe X (°): -0.01
pente maxi : -0.145E-07

Point	Xp	Yp	calculé	ajusté
1	2.000	0.000	0.0326	0.0357
2	1.532	1.286	0.0326	0.0357
3	0.347	1.970	0.0326	0.0357
4	-1.000	1.732	0.0326	0.0357
5	-1.879	0.684	0.0326	0.0357
6	-1.879	-0.684	0.0326	0.0357
7	-1.000	-1.732	0.0326	0.0357
8	0.347	-1.970	0.0326	0.0357
9	1.532	-1.286	0.0326	0.0357
10	4.000	0.000	0.0392	0.0357
11	3.064	2.571	0.0392	0.0357
12	0.695	3.939	0.0392	0.0357
13	-2.000	3.464	0.0392	0.0357
14	-3.759	1.368	0.0392	0.0357
15	-3.759	-1.368	0.0392	0.0357
16	-2.000	-3.464	0.0392	0.0357
17	0.695	-3.939	0.0392	0.0357
18	3.064	-2.571	0.0392	0.0357
19	6.000	0.000	0.0665	0.0357
20	4.596	3.857	0.0665	0.0357
21	1.042	5.909	0.0665	0.0357
22	-3.000	5.196	0.0665	0.0357
23	-5.638	2.052	0.0665	0.0357
24	-5.638	-2.052	0.0665	0.0357
25	-3.000	-5.196	0.0665	0.0357
26	1.042	-5.909	0.0665	0.0357
27	4.596	-3.857	0.0665	0.0357
28	8.000	0.000	0.0267	0.0357
29	6.128	5.142	0.0267	0.0357
30	1.389	7.878	0.0267	0.0357
31	-4.000	6.928	0.0267	0.0357
32	-7.518	2.736	0.0267	0.0357
33	-7.518	-2.736	0.0267	0.0357
34	-4.000	-6.928	0.0267	0.0357
35	1.389	-7.878	0.0267	0.0357
36	6.128	-5.142	0.0267	0.0357
37	10.000	0.000	0.0142	0.0357
38	7.660	6.428	0.0142	0.0357
39	1.736	9.848	0.0142	0.0357
40	-5.000	8.660	0.0142	0.0357
41	-9.397	3.420	0.0142	0.0357
42	-9.397	-3.420	0.0142	0.0357
43	-5.000	-8.660	0.0142	0.0357
44	1.736	-9.848	0.0142	0.0357
45	7.660	-6.428	0.0142	0.0357
46	0.000	0.000	0.0307	0.0357